

LEANDRO DONIZETE MORAES

PRODUTO EDUCACIONAL

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE
ASTRONOMIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA COM O USO DO SOFTWARE
ASTRO 3D**

Produto educacional apresentado ao programa de Pós-Graduação (UNIFAL-MG) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Artur Justiniano Roberto Júnior.

ALFENAS / MG

2016

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Apresentação da tela do Astro 3D para o referencial topocêntrico.....	10
Figura 2	– Apresentação da tela do Astro 3D para o referencial heliocêntrico.....	11
Figura 3	– Tela do Astro 3D para o referencial topocêntrico	17
Figura 4	– Tela do Astro 3D para o referencial heliocêntrico.....	18
Figura 5	– Simulação do movimento diurno do Sol	18
Figura 6	– Localização dos pontos cardeais à noite pelo Cruzeiro do Sul	19
Figura 7	– Localização dos pontos cardeais à noite no Hemisfério Norte.....	20
Figura 8	– As diferentes posições da sombra de um gnômon.....	23
Figura 9	– A esfera celeste de acordo com as posições de um observador	30
Figura 10	– O movimento diurno dos astros para diferentes latitudes.....	30
Figura 11	– Movimento diurno dos Astros no Polo Norte	31
Figura 12	– Movimento diurno dos astros no Trópico de Câncer	31
Figura 13	– O movimento diurno dos astros no Equador	32
Figura 14	– O movimento diurno dos astros no Trópico de Capricórnio.....	32
Figura 15	– O movimento diurno dos astros no Polo Sul	33
Figura 16	– O movimento diurno dos astros no referencial heliocêntrico	33
Figura 17	– As constelações zodiacais, a faixa do Zodíaco e a eclíptica	34
Figura 18	– Movimento do Sol, Terra, Lua e Vênus no referencial heliocêntrico....	35
Figura 19	– Simulação do solstício de verão do Hemisfério Sul.....	35
Figura 20	– Simulação do equinócio de outono do Hemisfério Sul	36
Figura 21	– Simulação do solstício de inverno do Hemisfério Sul.....	37
Figura 22	– Simulação do equinócio de primavera do Hemisfério Sul	38
Figura 23	– Simulação do solstício de verão do Hemisfério Sul.....	38
Figura 24	– Simulação dos movimentos da Terra, Sol e Lua na lua nova.....	40
Figura 25	– Simulação dos movimentos da Terra, Sol e Lua na lua crescente	40
Figura 26	– Simulação dos movimentos da Terra, Sol e Lua na lua cheia.....	41
Figura 27	– Simulação dos movimentos da Terra, Sol e Lua na lua minguante....	42
Figura 28	– Finalização das simulações sobre as fases da Lua.....	42
Figura 29	– Simulação do eclipse solar de Sobral-CE em 1919.....	43
Figura 30	– Simulação do eclipse lunar visto em Sobral-CE em 2015	44
Figura 31	– Simulação dos movimentos de Mercúrio	45

Figura 32 – Continuação da simulação dos movimentos de Mercúrio	46
Figura 33 – Finalização da simulação sobre os movimentos de Mercúrio	46
Figura 34 – Simulação dos movimentos de Vênus.....	47
Figura 35 – Continuação da simulação dos movimentos de Vênus	48
Figura 36 – Finalização da simulação dos movimentos de Vênus	48
Figura 37 – Simulação da fase nova de Vênus no Astro 3D	49
Figura 38 – Simulação da fase crescente de Vênus	50
Figura 39 – Simulação da fase cheia de Vênus	51
Figura 40 – Simulação da fase minguante de Vênus	51
Figura 41 – Final da simulação sobre as fases de Vênus	52
Figura 42 – O trânsito de Marte pela constelação de Escorpião	53
Figura 43 – Simulação do movimento retrógrado de Marte.....	53
Figura 44 – Continuação da simulação do movimento retrógrado de Marte	54
Figura 45 – Finalização da simulação do movimento retrógrado de Marte	55
Figura 46 – As estações do ano	61
Figura 47 – Os movimentos da Terra, Lua e Sol no referencial heliocêntrico	62
Figura 48 – Representação das fases da Lua	62

SUMÁRIO

1	Introdução	7
2	Objetivos	7
3	Estrutura da sequência didática e o cronograma das aulas	8
4	Utilizando o software Astro 3D	9
5	Os temas da sequência didática e suas respectivas aulas	12
5.1	Tema 1: A importância da Astronomia em nossas vidas.....	13
5.2	Tema 2: Conceitos introdutórios de Astronomia.....	16
5.3	Tema 3: O movimento aparente do Sol e as estações do ano.....	21
5.4	Tema 4: O movimento da Lua durante o mês, fases da Lua e eclipses	24
5.5	Tema 5: Os movimentos dos planetas e suas características.....	26
6	Exemplos e simulações com o software Astro 3D	29
6.1	Esfera celeste e o movimento diurno dos astros.....	29
6.2	Eclíptica, faixa do Zodíaco e constelações zodiacais.....	34
6.3	As estações do ano, solstícios e equinócios	35
6.4	As fases da Lua e suas características	39
6.5	Eclipse solar	43
6.6	Eclipse lunar.....	44
6.7	Os movimentos do planeta Mercúrio	45
6.8	Os movimentos do planeta Vênus.....	47
6.9	As fases do planeta Vênus.....	49
6.10	O movimento retrógrado de Marte	52
7	As atividades na sala de informática	55
7.1	Simulando as estações do ano no Astro 3D.....	56
7.2	Simulando as fases da Lua no Astro 3D	57
7.3	Simulando o movimento retrógrado de Marte no Astro 3D.....	58
8	O questionário diagnóstico	60
	REFERÊNCIAS	63

APRESENTAÇÃO

Nos meus tempos de criança sempre tive a curiosidade de saber sobre o funcionamento das coisas e dos fenômenos da natureza. Também possuía interesse em construir experiências que eram apresentadas na TV ou que, raras vezes, eram mostradas nos livros didáticos da escola. Eu era um aluno fascinado pela Matemática, pois sempre acreditei que, pelos métodos desta ciência, poderíamos resolver vários problemas do nosso cotidiano. No ensino médio, foi apresentada a disciplina de Física à turma e fiquei admirado em poder matematizar os fenômenos da natureza.

Por este fascínio pela Física resolvi cursar a licenciatura em Física, mas na minha região não existia este curso e assim cursei inicialmente a licenciatura em Matemática. Por ironia do destino, me licenci em Matemática e, no ano seguinte, o curso de licenciatura em Física começou e iniciei meus estudos sobre esta ciência.

A licenciatura em Matemática permitiu o domínio dos vários métodos matemáticos necessários para estudar os fenômenos físicos e por isso não tive dificuldades em aplicar estes métodos aos fenômenos da natureza e problemas propostos durante a licenciatura em Física.

Então, comecei a lecionar em escolas públicas e particulares e percebia a dificuldade que os alunos tinham em “decorar” os conteúdos para fazerem uma determinada prova. O ensino era praticamente conteudista e as aulas eram simplesmente palestras, nas quais os professores diziam uma “verdade imutável” enquanto os alunos apenas concordavam e decoravam.

Também notei a dificuldade em lecionar para várias turmas, com muitos alunos em cada uma e tendo apenas duas aulas de Física por semana. A indisciplina prejudicava as aulas daquele professor inexperiente e o ensino com apenas lousa e giz não era a maneira correta de transmitir aos alunos os conceitos formulados com tamanha dedicação pelos físicos e demais estudiosos durante a história das ciências.

Na inquietante busca por novas maneiras de ensinar, conheci o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) e pleiteei uma vaga para este mestrado na Universidade Federal de Alfenas, em Minas Gerais, no segundo semestre do ano de 2014.

Neste curso, aprofundei meus conhecimentos em vários conteúdos importantes de Física e também em teorias e métodos de ensino e aprendizagem. Também voltei

a sonhar com uma educação de qualidade e acessível a todos, na qual eu poderia ser um dos atores principais, mudando o modo de lecionar e valorizando a minha formação como professor.

Sempre fui fascinado pela Astronomia, mas na escola aprendi apenas a aplicação matemática das leis de Kepler e um pouco sobre a lei da gravitação universal de Newton. Mesmo assim, fiquei encantado com estas leis, pois os seus cálculos podem prever ou provar a ocorrência de acontecimentos da natureza.

Os meus conhecimentos de Astronomia foram adquiridos por vontade própria, pois aprendi muito pouco desta ciência na escola e, na faculdade, não existia uma disciplina específica ou mesmo introdutória sobre Astronomia.

No mestrado tive a oportunidade de conhecer o professor Artur Justiniano Roberto Júnior, que por sinal foi meu orientador na dissertação que resultou neste produto educacional. Ele me incentivou e mostrou os caminhos para uma área chamada de Educação em Astronomia. Fui aluno especial na disciplina Introdução à Astronomia, lecionada por ele no curso de licenciatura em Física da universidade. Também estudei vários livros e conheci o trabalho de muitos autores desta área.

Esta nova visão de ensino possibilitou uma mudança significativa de minhas aulas e a busca incessante por novas maneiras de ensinar. Por este motivo, tive a oportunidade de desenvolver uma série de atividades que foram aplicadas em minhas próprias aulas de Física, de acordo com a minha realidade docente, de meus alunos e da escola onde leciono. Estas atividades, que ensinam Astronomia para os alunos da educação básica, foram concretizadas no produto educacional aqui apresentado.

1 Introdução

Esta sequência didática apresenta conteúdos de Astronomia que permitem ao aluno da educação básica uma visão crítica de seu lugar no Universo. Estes conteúdos serão estudados através de aulas expositivas e práticas centradas no software Astro 3D.

As aulas foram divididas em temas e estes temas são apresentados através do referencial teórico dos três momentos pedagógicos, permitindo ao professor problematizar os fenômenos astronômicos que serão estudados, organizar o conhecimento sobre estes fenômenos e aplicar este conhecimento através de atividades com o Astro 3D nas aulas, na sala de informática e em um questionário diagnóstico.

Nas próximas seções apresentaremos os objetivos desta sequência didática, a estrutura e a organização das aulas propostas, o software Astro 3D e suas funcionalidades, os temas organizadores das aulas e, ao final, várias simulações com o Astro 3D.

2 Objetivos

Os objetivos desta sequência didática são:

- a) analisar o uso de recursos tecnológicos no ensino de Astronomia, proporcionando uma visão crítica do professor quanto à sua prática docente, buscando novas alternativas para ensinar alunos conectados ao mundo da tecnologia;
- b) aplicar os Três Momentos Pedagógicos nas aulas que abordam conceitos de Astronomia, assim como nas demais aulas que são interdisciplinares aos conteúdos propostos nesta sequência didática;
- c) apresentar uma metodologia de ensino de Astronomia com o software Astro 3D através do desenvolvimento de aulas específicas para diversos conteúdos astronômicos.

3 Estrutura da sequência didática e o cronograma das aulas

Analizamos os conteúdos de Astronomia apresentados no catálogo de concepções alternativas de Langhi (2011), nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+, Brasil (2002) e no livro *Educação em Astronomia – Repensando a Formação de Professores*, Langhi e Nardi (2012). Depois de selecionarmos os conteúdos, utilizamos o livro *Astronomia & Astrofísica*, Oliveira Filho e Saraiva (2014) para a elaboração destas aulas.

As aulas da sequência didática foram organizadas em cinco temas, a saber:

- a) tema 1: A Astronomia e sua importância em nossas vidas;
- b) tema 2: Conceitos introdutórios de Astronomia;
- c) tema 3: O movimento aparente do Sol e as estações do ano;
- d) tema 4: O movimento da Lua durante o mês, fases da Lua e eclipses;
- e) tema 5: O movimento dos planetas e suas características.

Além das aulas de cada tema, propomos atividades na sala de informática e a aplicação de um questionário diagnóstico. Sendo assim, são estimadas treze aulas de 50 minutos para a aplicação da sequência didática, incluindo as aulas teóricas, as atividades na sala de informática, o questionário diagnóstico e as considerações finais com os alunos. A Tabela 1 apresenta esta organização:

Tabela 1 - Cronograma das etapas da sequência didática.

Atividades propostas	Duração em número de aulas
Aula do tema 1	1 aula
Aulas do tema 2	2 aulas
Aulas do tema 3	2 aulas
Aulas do tema 4	2 aulas
Aulas do tema 5	2 aulas
Atividades na sala de informática	2 aulas
Questionário diagnóstico	1 aula
Considerações finais com os alunos	1 aula

Fonte: Feito pelo autor.

Ressaltamos que esta é apenas uma proposta de organização da sequência didática. A quantidade de aulas, a seleção de conteúdos, o livro adotado e o nível de ensino dos alunos permitem a modificação desta sequência de acordo com a realidade da escola na qual estas aulas serão aplicadas.

4 Utilizando o software Astro 3D

O Astro 3D é um software livre¹ que simula o movimento dos astros nos referenciais topocêntrico e heliocêntrico. No referencial topocêntrico é analisado o movimento aparente dos astros visto por um observador na superfície terrestre. No referencial heliocêntrico, o movimento dos planetas é analisado para um observador fora do sistema solar. Este software possibilita a observação, em poucos minutos, de fenômenos astronômicos que levariam horas, dias ou anos para serem observados em tempo real. Esta simulação do movimento dos astros pode ser feita para qualquer local da superfície terrestre no passado, no presente e no futuro.

Este software foi desenvolvido com o apoio do Laboratório de Tecnologias Educacionais da Universidade Federal de Alfenas, UNIFAL – MG. Para a construção do software foi usada a linguagem de programação Java, utilizando o ambiente de desenvolvimento integrado Eclipse e a interface de programação de aplicações gráficas OpenGL.

O Astro 3D apresenta um observador na superfície terrestre com os braços abertos, mostrando os quatro pontos cardeais. Seu braço direito aponta para o ponto cardinal leste, o braço esquerdo para o ponto cardinal oeste, seu rosto para o ponto cardinal norte e suas costas para o ponto cardinal sul. Na esquerda da tela são mostrados os comandos do software, onde o usuário pode utilizar uma localidade pré-determinada como algum dos trópicos ou uma cidade pré-selecionada.

Além disso, o usuário pode utilizar as coordenadas geográficas que desejar, inserindo-as manualmente. É possível determinar o momento de observação em horas, dias, dias siderais, meses ou anos. Após este preenchimento, podemos selecionar o astro a ser estudado, como o Sol, a Lua, a Estrela Polar e também os planetas e as constelações zodiacais. Esta simulação pode ser feita através do movimento destes astros visto em um referencial topocêntrico, por um observador na superfície terrestre ou, ao analisar o movimento dos planetas, podemos visualizar este movimento em um referencial heliocêntrico. Na Figura 1, apresentamos a tela de movimento do Astro 3D para o referencial topocêntrico:

¹ O Astro 3D encontra-se disponível para download em: <<http://www.unifal-mg.edu.br/mnpef/node/20>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

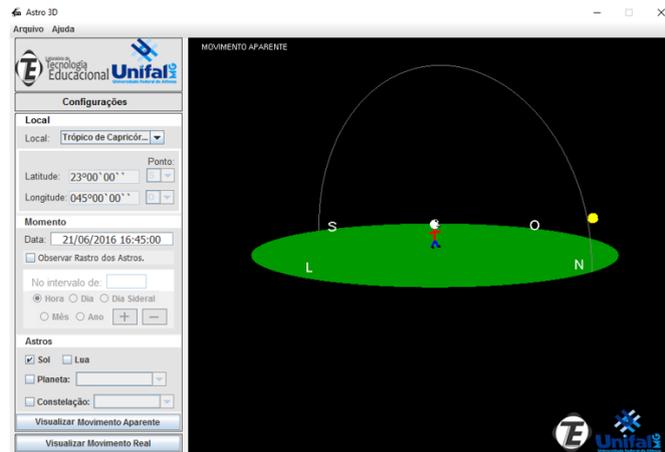


Figura 1 – Apresentação da tela do Astro 3D para o referencial topocêntrico.

Fonte: Feito pelo autor através do software Astro 3D.

Na Figura 1, percebemos que o observador está com os braços abertos nas posições explicadas nos parágrafos anteriores, assim como os comandos da parte esquerda da tela. Como exemplo de utilização do software, a Figura 1 mostra a posição do Sol no referencial topocêntrico para as coordenadas do Trópico de Capricórnio, no dia 21/06/2016 às 16:45. É visto que o Sol está próximo ao horizonte, ao fim da tarde, entre o Oeste e o Norte.

Esta simulação permite explorarmos vários conceitos astronômicos, dentre eles, é possível explicarmos que este é o dia de maior aproximação aparente do Sol em relação ao ponto cardeal norte, pois é o dia do solstício de inverno para o Hemisfério Sul. Também podemos fazer o rastro do Sol, clicando em Observar Rastro dos Astros e inserir o intervalo de uma hora. Neste caso, podemos mostrar aos alunos que este é o dia mais curto do ano. Selecionando as coordenadas do Trópico de Câncer e fazendo os mesmos procedimentos, percebemos que este será o dia mais longo do ano para o Hemisfério Norte, pois é o dia do solstício de verão deste hemisfério. Assim, fica fácil perceber que as estações do ano são opostas nos dois hemisférios.

Na Figura 2 podemos observar a tela de movimento no referencial heliocêntrico do Astro 3D, mostrando o mesmo exemplo apresentado na Figura 1. Porém, neste caso, este movimento é visto por um observador fora do sistema solar.

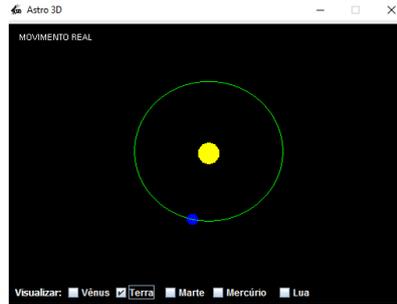


Figura 2 – Apresentação da tela do Astro 3D para o referencial heliocêntrico.

Fonte: Feito pelo autor através do software Astro 3D.

Nesta tela da Figura 2, o movimento dos planetas no referencial heliocêntrico é mostrado em duas dimensões. A Terra é o círculo azul e o Sol é o círculo amarelo. No nosso exemplo, podemos fazer o rastro dos astros em dias e observar o movimento da Terra em sua órbita. Sendo assim, podemos explorar vários conceitos astronômicos sobre o período de translação terrestre e o período de cada estação do ano, por exemplo. O software também mostra a real excentricidade da órbita dos astros, mostrando que as imagens apresentadas com a órbita terrestre em formato de elipse exagerada estão incorretas, pois esta órbita é quase circular.

Além disso, o Sol se encontra em um dos focos da elipse, porém a excentricidade desta órbita é muito pequena, assim o Sol fica no centro desta elipse que se aproxima muito de uma circunferência. Este estudo sobre a excentricidade da órbita terrestre foi feito por vários autores, como Canalle (2003). Também é visto que o software apresenta o movimento, no referencial heliocêntrico, da Lua e dos planetas mais próximos à Terra.

Este foi apenas um dos vários exemplos de funcionalidade e aplicabilidade do software Astro 3D nas aulas de Astronomia. Assim, podemos estudar acontecimentos astronômicos do passado, presente e futuro com as posições exatas dos astros no céu.

O Astro 3D permite uma grande quantidade de simulações dos fenômenos astronômicos e apresentamos, nesta sequência de aulas, as aplicações que julgamos serem mais importantes para ensinar os conteúdos propostos em cada tema. Ressaltamos que não foram elaboradas todas as possíveis aplicações deste software para o ensino de Astronomia, mostrando que existem várias outras simulações de fenômenos astronômicos que podem ser utilizadas pelos professores em suas aulas.

5 Os temas da sequência didática e suas respectivas aulas

Como mencionado anteriormente, esta sequência didática foi dividida em cinco temas que contemplam os principais conceitos astronômicos identificados em nossa revisão de literatura, com destaque para os temas apresentados no catálogo de concepções alternativas de Langhi (2011). Além disso, foram elaborados slides no programa *Prezi*, para cada tema proposto e estes slides foram disponibilizados em um blog² criado para as aulas.

Julgamos necessário disponibilizar estes slides para os alunos, para que pudessem estudá-los novamente antes de realizarem as atividades práticas e o questionário diagnóstico. Deste modo, os professores que aplicarem esta sequência de aulas, podem utilizar estes slides ou modificá-los de acordo com a sua realidade. Ressaltamos que o blog e os slides são apenas auxiliares a esta sequência didática e que estas aulas não necessitam, especificamente, destes slides para serem aplicadas. Sendo assim, o produto educacional aqui apresentado é a sequência didática que utiliza o software Astro 3D nas aulas de Astronomia e não o blog ou os slides.

As simulações e exemplos com o Astro 3D estão disponíveis na seção 6. Portanto, a descrição das aulas de cada tema apresenta os conteúdos propostos, atividades, exemplos e métodos de ensino destes conteúdos, permitindo ao professor que utilize as simulações com o Astro 3D, sempre que julgar necessárias para a sua prática docente.

Em relação aos três momentos pedagógicos, Delizoicov (1991), o primeiro momento é chamado de *problematização inicial* e consiste na utilização de algumas questões propostas pelo professor a respeito de situações reais que são presenciadas pelos alunos em seu cotidiano e que estão relacionadas com o tema a ser trabalhado. Em seguida, o segundo momento pedagógico, *organização do conhecimento*, é o momento no qual o professor desenvolve a conceituação necessária para a compreensão das situações problematizadas, através de aulas teóricas e práticas.

Para finalizar, o terceiro momento pedagógico, *aplicação do conhecimento*, é o momento em que são realizadas atividades que buscam a generalização dos

² O blog encontra-se disponível em: <<http://leandrodonizetemoraes.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

conceitos necessários para a compreensão do tema proposto, sendo abordados os conhecimentos sobre as situações iniciais e de situações que, mesmo não estando ligadas diretamente aos problemas iniciais, podem ser compreendidas pelo conhecimento que foi aprendido.

De acordo com os três momentos pedagógicos, propomos o início de todos os temas com o primeiro momento pedagógico, *problematização inicial*, através de perguntas e diálogos a respeito do tema que será trabalhado. Em seguida, utilizamos o segundo momento pedagógico, *organização do conhecimento*, no qual apresentamos a teoria relacionada ao tema através de aulas expositivas e práticas centradas no Astro 3D. Ao final de todos os temas, propomos o terceiro momento pedagógico, *aplicação do conhecimento*, através das atividades na sala de informática e do questionário diagnóstico.

Durante o detalhamento dos temas apresentamos propostas de utilização de recursos auxiliares ao Astro 3D para melhor compreensão dos conceitos apresentados. Estes recursos, como o globo terrestre, os vídeos e as imagens, são apenas auxiliares ao uso do Astro 3D e a sequência didática não necessita, obrigatoriamente, do uso destes recursos para ser aplicada nas salas de aula.

5.1 Tema 1: A importância da Astronomia em nossas vidas

Objetivos: Entender que esta ciência está em contínuo processo de desenvolvimento, sendo construída por várias pessoas ao longo dos séculos. Compreender a sua importância em nossas vidas e a compreensão de muitos conceitos relacionados a ela. Refletir sobre a importância da conservação do nosso planeta, local onde vivemos no Universo.

Recursos utilizados: Simulações com o Astro 3D e demais recursos, como vídeos e imagens, por exemplo.

Tempo estimado: Uma aula de 50 minutos.

Desenvolvimento: Iniciamos a aula com o primeiro momento pedagógico, *problematização inicial*, através de questionamentos relacionados à Astronomia e vários de seus fenômenos. Após o diálogo e coleta das respostas dos alunos, iniciamos a *organização do conhecimento*, ressaltando a importância da conservação do nosso planeta e explicamos sobre a história da Astronomia, da antiguidade até aos

dias atuais. Depois apresentamos exemplos sobre o desenvolvimento da Astronomia durante os séculos, mostrando imagens sobre telescópios modernos e viagens espaciais.

Avaliação: Nesta aula, anotamos as concepções alternativas dos alunos sobre os conceitos e fenômenos abordados. Isto é necessário para que possamos direcionar atividades para o aprendizado destes conceitos e fenômenos. Além disso, os alunos podem ser avaliados através da participação nos debates propostos.

Detalhamento da aula

Problematização inicial

A primeira aula tem início com a *problematização inicial*, na qual fazemos uma série de questionamentos relacionados com os conceitos de Astronomia que serão trabalhados durante as próximas aulas a fim de conhecer as concepções alternativas que os alunos possuem sobre os temas propostos. Dentre as perguntas iniciais, podemos citar:

Por que a Astronomia surgiu?

O que existe no céu noturno? O que são aqueles pontos luminosos no céu?

Qual a importância de conhecermos o céu para conhecermos melhor a Terra?

Qual é a causa das estações do ano?

O que são as fases da Lua? O que são os eclipses?

Como podemos nos localizar através dos pontos cardeais?

Como podemos nos localizar através das coordenadas geográficas?

Ao final de cada pergunta, é necessário fazermos anotações sobre as indagações dos alunos e o diálogo entre eles, para identificarmos as concepções que eles possuem sobre os conceitos abordados. Podemos solicitar as respostas também por escrito, para uma análise detalhada sobre estas concepções.

Organização do conhecimento

Para iniciarmos o segundo momento pedagógico, apresentamos o vídeo *O Pálido Ponto Azul – Dublado em Português – Carl Sagan, O Pálido Ponto Azul (2016)*. Este vídeo tem duração de 05:06 minutos e explica que nosso planeta é apenas um ponto na imensidão do Cosmos, porém é muito especial e precisa ser respeitado.

Também é feita uma reflexão sobre o nosso local no Cosmos e a importância de preservarmos o nosso planeta. Além disso, comentamos sobre a contribuição deste astrônomo para a Astronomia e para a divulgação desta ciência.

Após este vídeo, discutimos sobre a importância da preservação de nosso planeta e as atitudes que devemos tomar para preservá-lo. Relacionamos o ensino de Astronomia com a compreensão de nossa insignificância em relação ao Universo e, ao mesmo tempo, com a nossa importância como espécie capaz de conservar ou destruir o nosso planeta.

Continuamos a aula explicando sobre a observação da alternância dos dias e das noites pelo homem pré-histórico, assim como a observação das estações do ano. A explicação dos fenômenos celestes através de mitos, como o mito do caçador Órion que é perseguido por um escorpião, mostrando aos alunos as constelações de Órion e de Escorpião. Explicações da origem de outros mitos também foram feitas pelos alunos e pelo professor, incrementando o estudo sobre os mitos relacionados à Astronomia.

Explicamos que o homem começou a perceber o ciclo da vida e dos fenômenos astronômicos, como a sequência de fases da Lua e as diferentes posições aparentes do Sol no horizonte em cada época do ano. Sendo assim, o homem relacionou estes ciclos com a época certa para plantar e colher seus alimentos, por exemplo.

Também explicamos sobre os calendários solar e lunar, através do calendário chinês, por exemplo, que utiliza o ciclo completo do Sol no horizonte, com aproximadamente 365, 24 dias. Os calendários babilônico, assírio e egípcio também podem ser explicados. Além disso, citamos que existem evidências sobre observações astronômicas, na América Central, com os maias e também o Stonehenge, na Inglaterra, além de vários outros locais de observação dos povos antigos.

Destacamos ainda que o desenvolvimento da matemática e da escrita possibilitou o avanço da Astronomia e, atualmente, os modernos telescópios e as sondas espaciais permitem ao homem aprofundar o seu conhecimento sobre o Universo. Além disso, as viagens do homem à Lua e as futuras viagens à Marte, por exemplo, mostram que a Astronomia está em contínuo processo de desenvolvimento.

Para finalizar a aula, podemos explicar que a Astronomia contribui para o avanço de outras ciências e de materiais do nosso cotidiano, como a evolução do

estudo das lentes, por exemplo. Também acrescentamos que existem telescópios espaciais, radiotelescópios e demais instrumentos astronômicos que auxiliam no estudo do Cosmos, permitindo que a Astronomia se desenvolva cada vez mais.

Assim, esta primeira aula possibilita ao aluno entender que a Astronomia é importante para a nossa compreensão do local onde vivemos neste imenso Universo e que a história da Astronomia contribuiu e contribui para o desenvolvimento científico e tecnológico que temos hoje.

5.2 Tema 2: Conceitos introdutórios de Astronomia

Objetivos: Compreender os principais conceitos introdutórios para o aprendizado de Astronomia. Aprender sobre a localização geográfica com os pontos cardeais e com as coordenadas geográficas. Perceber que vivemos em um hemisfério de uma esfera celeste. Entender que as constelações são conjuntos de estrelas aparentemente próximas. Observar e interpretar o movimento diurno dos astros.

Recursos utilizados: Simulações com o Astro 3D e demais recursos, como o globo terrestre, por exemplo

Tempo estimado: Duas aulas de 50 minutos.

Desenvolvimento: Iniciamos a aula perguntando aos alunos sobre a maneira que podemos utilizar para a localização dos pontos cardeais durante o dia e durante a noite. Também perguntamos sobre a maneira correta de utilizarmos as coordenadas geográficas. Depois destes e demais questionamentos, organizamos o conhecimento, explicando aos alunos sobre os pontos cardeais e sobre as coordenadas geográficas.

Após este início, abordamos os conceitos de eclíptica, faixa do Zodíaco, constelações, esfera celeste e o movimento diurno dos astros. Estes conceitos são explicados de maneira teórica e com a aplicação do Astro 3D. Além disso, podemos utilizar, como recursos auxiliares ao Astro 3D, o globo terrestre e apresentações de imagens e vídeos relacionados ao tema, por exemplo.

Avaliação: Avaliação diagnóstica dos alunos em relação à participação nos debates apresentados e nos demais momentos das aulas deste segundo tema.

Detalhamento das aulas:

Problematização inicial

A primeira aula deste segundo tema é iniciada com perguntas sobre a maneira correta de localizarmos os pontos cardeais e como podemos nos localizar à noite em cada um dos hemisférios. Foi preciso anotar as respostas para estas perguntas para que pudéssemos identificar as concepções alternativas destes alunos em relação ao tema proposto, permitindo que realizemos atividades que conscientizem os alunos a respeito das verdadeiras explicações sobre estes conceitos.

Organização do conhecimento

Apresentamos o software Astro 3D e, neste primeiro contato com o software na sala de aula, devemos explicar a sua interface e funcionalidades, mostrando que podemos escolher uma data, horário e localidade para analisar o movimento dos astros que queremos estudar.

Utilizando o projetor multimídia, apresentamos o software, mostrando aos alunos que existe um observador com os braços abertos, sendo que o seu braço direito aponta para o Leste, onde o Sol nasce, o braço esquerdo para o Oeste, onde o Sol se põe, sua face para o Norte e suas costas para o Sul. Na Figura 3, apresentamos a tela de movimento dos astros para o referencial topocêntrico:

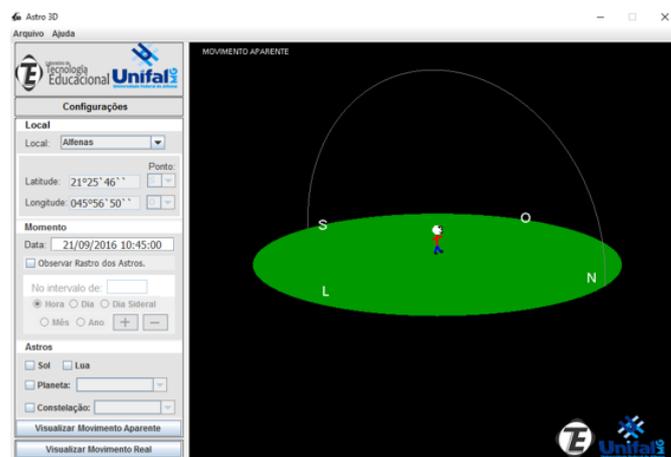


Figura 3 -Tela do Astro 3D para o referencial topocêntrico.
Fonte: Feito pelo autor através do software Astro 3D.

Além disso, ao clicar em *Visualizar Movimento Real*, podemos visualizar o movimento dos planetas estudados para um observador fora do sistema solar, em um referencial heliocêntrico, permitindo uma compreensão de que o movimento que

vemos, aqui da Terra, é apenas aparente e que precisamos entender o movimento no referencial heliocêntrico dos planetas. A Figura 4 apresenta esta tela do Astro 3D.

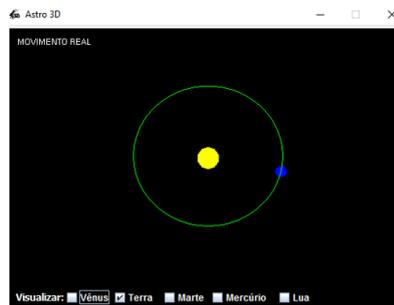


Figura 4 - Tela do Astro 3D para o referencial heliocêntrico.
Fonte: Feito pelo autor através do software Astro 3D.

Na tela de movimento no referencial topocêntrico, podemos selecionar uma localidade, data, hora, o Sol e mostrar o seu rastro no intervalo de hora em hora, confirmando o nascimento aparente do Sol no Leste e o seu ocaso no Oeste. Além disso, precisamos explicar que existem apenas duas datas em que o Sol nasce exatamente no ponto cardinal leste e se põe no ponto cardinal oeste, que são os equinócios, que serão vistos oportunamente.

Desta forma, explicamos, com o Astro 3D, que podemos localizar a região onde se encontram os pontos cardinais, apenas observando as posições, no referencial topocêntrico, do nascimento e do ocaso do Sol. O exemplo apresentado é mostrado na figura 5:

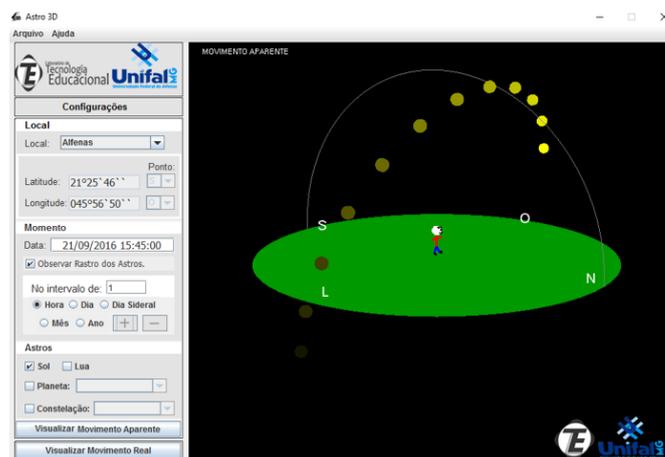


Figura 5 – Simulação do movimento diurno do Sol.
Fonte: Feito pelo autor através do software Astro 3D.

Em seguida, explicamos aos alunos a maneira que podemos nos localizar, pelos pontos cardinais à noite nos dois hemisférios, mostrando que a Estrela Polar é um ponto de referência importante no Hemisfério Norte e no Hemisfério Sul a

referência é a constelação do Cruzeiro do Sul.

Aqui no Hemisfério Sul, basta encontrarmos o Cruzeiro do Sul no céu e prolongarmos 4,5 vezes o braço maior do cruzeiro em direção ao horizonte, traçando uma reta perpendicular imaginária. Deste modo, encontramos o ponto cardeal sul, depois podemos ficar de costas para este ponto cardeal, tendo em nossa frente, o ponto cardeal norte, ao lado direito o leste e ao lado esquerdo o oeste.

No Astro 3D podemos selecionar uma localidade, data, horário de observação e a constelação do Cruzeiro. Depois, prolongamos 4,5 vezes o braço maior do cruzeiro e traçamos uma reta perpendicular imaginária, como demonstrado na Figura 6:

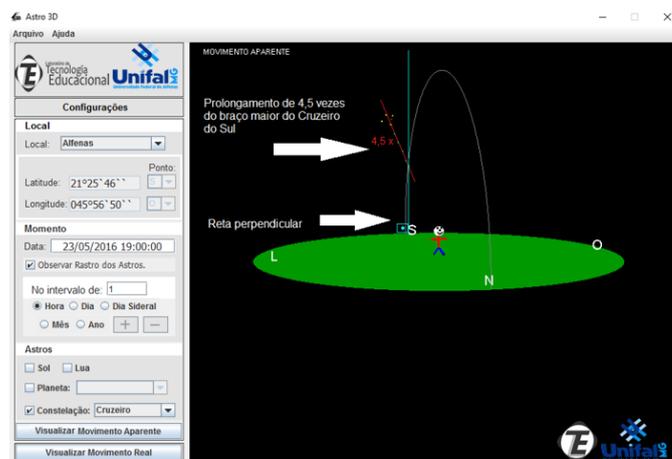


Figura 6 - Localização dos pontos cardeais à noite pelo Cruzeiro do Sul.

Fonte: Feito pelo autor através do software Astro 3D.

Para encontrarmos os outros pontos cardeais, explicamos que o observador está de costas para o ponto cardeal sul e esta é a posição em que devemos ficar. Sua face aponta para o norte, seu braço direito para o leste e o esquerdo para o oeste. Podemos enriquecer esta demonstração selecionando diversas localidades do Hemisfério Sul e depois mostrar que, no Hemisfério Norte, podemos ver o Cruzeiro do Sul apenas para latitudes próximas ao Equador, sendo melhor utilizarmos a Estrela Polar como referência. A resposta para a não-localização do Cruzeiro do Sul na maior parte do Hemisfério Norte será respondida quando for explicado sobre a esfera celeste.

Em seguida, explicamos sobre a localização no Hemisfério Norte, mostrando que a Estrela Polar é o ponto de referência para a localização neste hemisfério. Para isso, inserimos coordenadas geográficas do Hemisfério Norte, para uma data e horário de visualização da constelação Ursa Menor, que possui a Estrela Polar. A Figura 7,

apresenta a simulação:

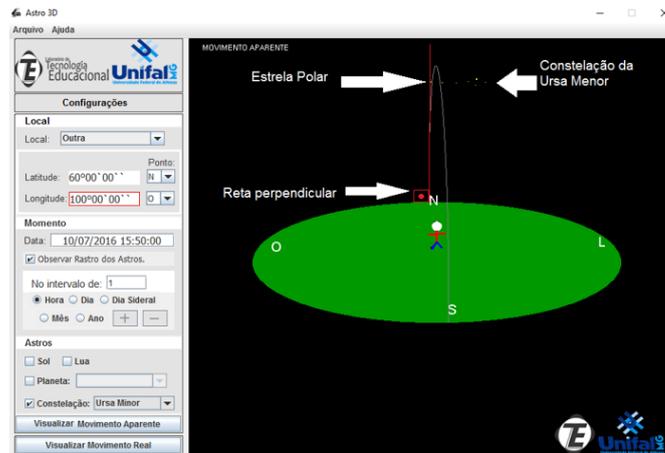


Figura 7 - Localização dos pontos cardeais à noite no Hemisfério Norte.

Fonte: Feito pelo autor através do software Astro 3D.

Traçamos uma reta perpendicular imaginária entre a Estrela Polar e o horizonte para encontrarmos o ponto cardeal norte. Assim, basta ficarmos na posição em que o observador do software se encontra para a localização dos demais pontos cardeais. É importante a explicação de que o domínio destas técnicas permite que possamos nos orientar sem bússola ou outro instrumento em alguma situação na qual podemos estar perdidos ou queremos localizar a direção de nosso movimento.

Com esta explicação sobre os pontos cardeais já apresentamos aos alunos o software Astro 3D e suas funcionalidades. As explicações para as próximas simulações com o software estão disponíveis na seção 6, para que possamos utilizá-las no momento em que julgarmos convenientes.

Dando continuidade à aula, apresentamos aos alunos a teoria sobre as coordenadas geográficas através da apresentação de slides e do globo terrestre. Após estas explicações, iniciamos o conceito de eclíptica, explicando que este é o caminho aparente seguido pelo Sol no céu, além disso, explicamos sobre a esfera celeste e a faixa do Zodíaco, com as famosas constelações que estão presentes nesta faixa.

Também explicamos que as constelações são conjuntos de estrelas que estão aparentemente próximas. Depois ensinamos sobre a esfera celeste e apresentamos simulações no Astro 3D, que estão na seção 6, que explicam sobre a faixa do Zodíaco, eclíptica, constelações zodiacais e esfera celeste. Entre as simulações, é apresentada uma simulação sobre a esfera celeste, em que a constelação da Ursa Menor fica girando em torno do Polo Norte Celeste.

Em seguida, apresentamos o vídeo *ABC da Astronomia-Zodíaco*, ABC (2016). Este vídeo de 5:32 minutos explica sobre a faixa do Zodíaco, a eclíptica, as constelações zodiacais e a esfera celeste.

Acrescentamos o conceito de movimento diurno dos astros, mostrando que os astros que vemos no céu percorrem, aparentemente, este caminho na esfera celeste. Assim, os conceitos apresentados anteriormente se complementam e aplicamos uma simulação sobre o movimento diurno dos astros com o Astro 3D.

Ao final, explicamos aos alunos sobre a importância de entendermos a respeito da esfera celeste e do movimento diurno dos astros para a compreensão das diferentes inclinações aparentes dos astros no céu e a comparação destas inclinações com o movimento destes astros no referencial heliocêntrico. Também é importante a compreensão da maneira correta de nos localizarmos com os pontos cardeais e com as coordenadas geográficas.

Além disso, a explicação da eclíptica, da faixa do Zodíaco e das constelações zodiacais se faz necessária para o entendimento de que existe uma faixa específica no céu onde podemos visualizar os fenômenos astronômicos que serão estudados nos próximos temas.

5.3 Tema 3: O movimento aparente do Sol e as estações do ano

Objetivos: Compreender que o movimento do Sol no céu é apenas aparente e que é a Terra que gira ao redor do Sol. Aprender sobre os conceitos de dia e ano através dos fenômenos astronômicos relacionados. Entender que as estações do ano são causadas pela inclinação da Terra em sua órbita e pelo movimento de translação. Perceber que a duração dos dias e das noites muda durante o ano. Estudar sobre os fusos horários e compreender o motivo da existência do horário de verão.

Recursos utilizados: Simulações com o Astro 3D e demais recursos, como o globo terrestre, slides e vídeos.

Tempo estimado: Duas aulas de 50 minutos.

Desenvolvimento: Iniciamos o tema explicando que o movimento do Sol no céu é aparente, através de exemplos com o Astro 3D e recursos auxiliares. Depois explicamos que os povos antigos perceberam que o Sol se movia lentamente no horizonte no início ou no final dos dias e que este movimento se repetia durante certo

período, iniciando os conceitos de dia e ano. Depois explicamos sobre as estações do ano, solstícios e equinócios. Em seguida, simulamos a duração dos dias e das noites para cada estação e comentamos sobre os fusos horários e o horário de verão.

Avaliação: Através da avaliação diagnóstica sobre a participação dos alunos durante as aulas.

Detalhamento das aulas

Problematização inicial

Ao iniciar o tema, questionamos os alunos sobre as estações do ano, perguntando sobre a existência de diferentes estações nos dois hemisférios ao mesmo tempo. Também podemos perguntar sobre a causa destas estações, sobre a duração dos dias e das noites e várias outras perguntas que julgarmos necessárias para a análise das concepções alternativas que os alunos possuem sobre o tema.

Organização do conhecimento

Continuamos a aula explicando que os povos antigos perceberam que o Sol move, aparentemente, no horizonte a cada dia. Utilizando uma estaca fincada no chão, chamada de gnômon, o homem percebeu que a sombra desta estaca varia de acordo com a hora e a época do ano. Na sequência, explicamos sobre os solstícios e equinócios, mostrando que a sombra mínima do gnômon, ao meio-dia, por exemplo, representa o solstício de verão e a máxima o solstício de inverno. A bissetriz entre estas posições representa o equinócio de primavera ou de outono. Estas observações determinaram o chamado ano das estações ou ano tropical. Na Figura 8, são mostradas as diferentes posições da sombra do gnômon durante o ano:

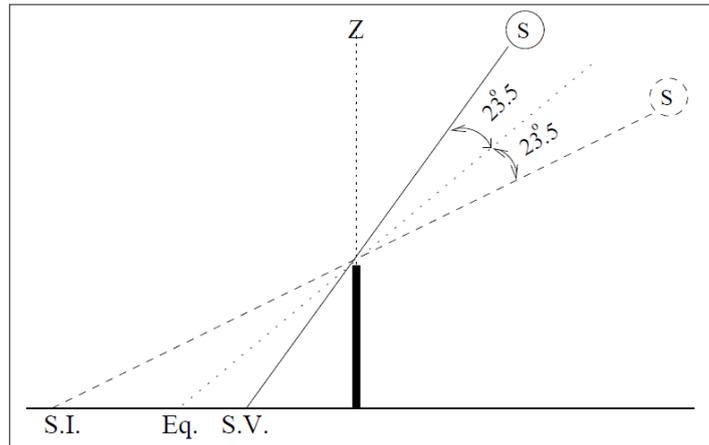


Figura 8 – As diferentes posições da sombra de um gnômon.³
 Fonte: Oliveira Filho; Saraiva (2014).

Ressaltamos que o dia é o tempo gasto no movimento de rotação terrestre. Além disso, o ano pode ser explicado como sendo o tempo em que o Sol volta a aparecer na mesma posição no horizonte, que é o período de translação terrestre. Podemos iniciar, a partir desta conceituação, a explicação sobre as estações do ano. Sendo assim, propomos o vídeo *Telecurso – Ensino Fundamental – Ciências – Aula 17, Telecurso-Estações do ano (2016)*. Neste vídeo de 12:06 minutos são apresentadas as causas das estações do ano, assim como a diferença entre os dias e as noites em cada estação.

Após este vídeo e os comentários sobre o mesmo, explicamos, com o uso do globo terrestre, que a inclinação terrestre em sua órbita e o movimento de translação ao redor do Sol ocasionam as estações do ano. A duração dos dias e das noites também é explicada, assim como os fusos horários e o horário de verão.

Para finalizar, simulamos o movimento aparente do Sol no horizonte fazendo o rastro do Sol no Astro 3D. Assim, os alunos podem observar o período do ano das estações e concluir que os solstícios acontecem no máximo afastamento do Sol em relação aos pontos cardeais leste ou oeste. Também comentamos que nos equinócios o Sol nasce exatamente no ponto cardinal leste e se põe no ponto cardinal oeste.

Além disso, mostramos as diferentes durações dos dias e das noites durante o ano e o horário de verão. Também explicamos o movimento da Terra no referencial heliocêntrico durante o ciclo das estações, mostrando as diferenças entre os

³ Na figura 8 estão sendo indicadas as diferentes posições da extremidade da sombra de um gnômon, ao meio-dia, no solstício de inverno (S.I.), nos equinócios (Eq.) e no solstício de verão (S.V.), em localidades diferentes dos trópicos.

movimentos nos referenciais topocêntrico e heliocêntrico do nosso planeta em cada estação do ano.

Utilizando diversas coordenadas geográficas no Astro 3D, mostramos que as estações do ano são mais acentuadas quando distanciamos do equador terrestre, assim como os dias e as noites também possuem maior diferença de duração quando estamos mais afastados do equador. O Sol da meia-noite também pode ser explicado, assim como a duração dos dias e das noites para diferentes localidades do globo.

5.4 Tema 4: O movimento da Lua durante o mês, fases da Lua e eclipses

Objetivos: Entender que as posições relativas entre a Lua, a Terra e o Sol ocasionam diferentes aspectos da Lua, vista da Terra, de maneira cíclica em um período chamado de luação. Aprender sobre os conceitos de mês e semana através dos fenômenos astronômicos relacionados. Compreender a causa dos eclipses solar e lunar. Conhecer a explicação correta sobre o lado oculto da Lua.

Recursos utilizados: Simulações com o Astro 3D e demais recursos, como o globo terrestre e vídeos.

Tempo estimado: Duas aulas de 50 minutos.

Desenvolvimento: Iniciamos a aula questionando os alunos sobre a causa das fases da Lua, dos eclipses, da face oculta da Lua e sobre a duração do mês e da semana. Após os diálogos sobre estes fenômenos, explicamos a ocorrência de cada fenômeno apresentado, relacionando-os com os calendários solar e lunar. Também ensinamos sobre o movimento aparente que vemos da Lua em cada fase e mostramos aos alunos o movimento da Lua, da Terra e do Sol no referencial heliocêntrico em cada fase lunar através do Astro 3D. Ao finalizar esta demonstração, explicamos sobre os tipos de eclipses e suas causas, com o Astro 3D e com recursos auxiliares.

Também apresentamos um vídeo que exemplifica estes fenômenos e depois explicamos sobre o lado oculto, ou face oculta, da Lua. Para finalizar, utilizamos o Astro 3D com diversas coordenadas geográficas para a explicação de cada fenômeno astronômico apresentado neste tema.

Avaliação: Os alunos podem ser avaliados através da avaliação diagnóstica da participação em aula e pelos debates e explicações sobre os fenômenos apresentados neste tema.

Detalhamento das aulas:

Problematização inicial

O tema é iniciado com questionamentos sobre a ocorrência do mês, das fases da Lua, dos eclipses e do lado oculto da Lua. Através do debate e questionamentos, observamos as concepções dos alunos sobre o tema abordado para nortearmos as atividades que serão apresentadas durante a aula e durante a aplicação do conhecimento, ao final da sequência didática.

Organização do conhecimento

Explicamos que o homem começou a perceber que o tempo para que uma fase da Lua volte a aparecer é de, aproximadamente, 29,5 dias. Chamamos este período de lunação ou período sinódico da Lua e é o conceito de mês que usamos atualmente. Precisamos ressaltar que não existem apenas quatro fases lunares, as fases da Lua são definidas por porcentagem de iluminação da face voltada para a Terra ou por dia do ciclo lunar.

Alguns calendários são lunares, como o calendário dos árabes, que pode ser explicado. O nosso calendário é solar e foi influenciado pelo calendário lunar, por isso temos 12 meses, que correspondem a 12 períodos sinódicos.

Quando a sombra da Terra é projetada na Lua, temos o eclipse lunar. Por isto, a explicação de que as fases da Lua se devem à sombra terrestre na Lua é falsa. Além disso, a Lua não possui luz própria e reflete a luz solar que é incidente em sua superfície. As fases da Lua mudam a cada dia, aproximadamente, por isto temos a semana. Aproveitando este conceito, podemos explicar sobre a origem do nome dos dias da semana, que são homenagens aos sete astros vistos no céu a olho nu.

Após esta parte conceitual, simulamos a ocorrência das fases da Lua através do globo terrestre mostrando o ciclo das fases da Lua e as posições relativas entre o Sol, a Terra e a Lua em cada uma destas fases. Depois, simulamos as fases da Lua com o Astro 3D.

Em seguida, perguntamos aos alunos sobre o lado oculto da Lua, instigando-os a pensarem sobre a causa deste fenômeno. Após o diálogo com os alunos, fazemos a explicação sobre o lado oculto dizendo que a Lua possui seu movimento de rotação no mesmo sentido do movimento de rotação terrestre e que este

movimento de rotação lunar é sincronizado com o seu movimento de translação ao redor da Terra. Por isto, sempre vemos a mesma face da Lua.

Explicamos que as forças de maré exercidas pela Terra e o equilíbrio dinâmico evolutivo teriam diminuído a velocidade de rotação da Lua e, em consequência, provocado um maior afastamento entre os dois astros. Hoje a Lua afasta da Terra com uma taxa de, aproximadamente, 4 cm por ano. Em seguida, apresentamos o vídeo *Astronomia para a Docência – XI – A face oculta da Lua*, *Astronomia-Face oculta da Lua* (2016). Este vídeo de 4:05 minutos apresenta um experimento prático que explica sobre o lado oculto, ou face oculta, da Lua.

Na sequência, perguntamos aos alunos sobre a ocorrência dos eclipses e se eles sabiam a diferença entre os eclipses solar e lunar. Depois disto, explicamos que o eclipse é a sombra que um astro projeta em outro astro e que eclipsar, em Astronomia, é encobrir ou esconder a luz de um astro. Depois utilizamos o globo terrestre para explicar a posição relativa entre o Sol, a Terra e a Lua na fase de lua nova, mostrando que, quando estes três astros estão alinhados nesta fase, temos o eclipse solar. O eclipse lunar ocorre com o alinhamento destes astros na fase de lua cheia. Além disso, explicamos sobre os eclipses total, parcial e anular.

No Astro 3D, simulamos o eclipse solar que ocorreu no dia 29 de maio de 1919, visto na cidade de Sobral, que contribuiu para os estudos sobre a teoria da relatividade geral de Albert Einstein, mesmo que não seja totalmente correto que a comprovação desta teoria foi feita nesse eclipse, Soares (2006). Após esta simulação, explicamos brevemente sobre esta teoria de Albert Einstein para os alunos. Para a simulação do eclipse lunar, simulamos o eclipse ocorrido no dia 27 de setembro de 2015.

Ao final das aulas, percebemos que este tema permite aos alunos aprender sobre as verdadeiras causas dos principais fenômenos astronômicos relacionados com a Lua e nos permite a análise das concepções alternativas que os alunos possuem a respeito destes fenômenos.

5.5 Tema 5: Os movimentos dos planetas e suas características

Objetivos: Perceber a diferença entre estrela e planeta para um observador na superfície terrestre. Entender a explicação correta para as fases de Vênus. Diferenciar o sistema geocêntrico do sistema heliocêntrico. Compreender o movimento retrógrado

de Marte e sua importância para a comprovação do modelo heliocêntrico e das leis de Kepler.

Recursos utilizados: Simulações com o Astro 3D e demais recursos, como vídeos e imagens.

Tempo estimado: Duas aulas de cinquenta minutos.

Desenvolvimento: Iniciamos a aula perguntando aos alunos se já perceberam que alguns pontos no céu se movimentam, quando observados por várias horas ou dias. Depois perguntamos sobre a diferença entre planeta e estrela e também se já ouviram falar sobre o movimento retrógrado de Marte e sobre as fases de Vênus. Após as respostas dos alunos, explicamos a diferença entre planeta e estrela e sobre os mitos relacionados aos planetas e seus movimentos no céu.

Depois são estudadas as fases de Vênus, diferenciamos o sistema geocêntrico do sistema heliocêntrico e explicamos o movimento de Marte nos referenciais topocêntrico e heliocêntrico, dando destaque ao movimento retrógrado deste planeta, ressaltando que a observação deste movimento ajudou na compreensão do sistema heliocêntrico e das leis de Kepler. Após a parte teórica, simulamos os conceitos apresentados no Astro 3D através de exemplos em várias coordenadas geográficas e apresentamos um vídeo sobre a causa do movimento retrógrado de Marte.

Avaliação: Através da avaliação diagnóstica pela participação dos alunos nos questionamentos e demais momentos das aulas deste tema.

Detalhamento das aulas:

Problematização inicial

Começamos a aula através de perguntas a respeito da diferença entre as estrelas e os planetas, sobre o movimento retrógrado de Marte, fases de Vênus e sobre os sistemas geocêntrico e heliocêntrico.

Organização do conhecimento

Após o debate inicial, fazemos a conceituação de planeta e comentamos que existiram vários mitos para explicar o movimento dos planetas, originando os nomes que conhecemos e a homenagem ao Sol, à Lua e aos cinco planetas visíveis a olho nu, através dos nomes dos dias da semana.

Na sequência, explicamos sobre o sistema geocêntrico e o motivo pelo qual este sistema não é mais aceito para explicar os movimentos planetários. Também mostramos que o sistema heliocêntrico consegue explicar os movimentos dos planetas em torno do Sol e não da Terra como se pensava antes.

Para que os alunos aprendam corretamente sobre o conteúdo proposto, apresentamos o vídeo *Heliocentrismo – ABC da Astronomia – TV Escola*, TV Escola-Heliocentrismo (2016). Neste vídeo de 4:12 minutos, é apresentado o sistema geocêntrico e a sua história. Depois é mostrado o sistema heliocêntrico, com os defensores deste sistema. Ao final do vídeo, apresentamos os movimentos nos referenciais topocêntrico e heliocêntrico dos planetas para os dois sistemas e ressaltamos que o Heliocentrismo consegue explicar, com mais facilidade e exatidão, estes movimentos planetários.

Estudamos sobre os planetas inferiores, com Mercúrio, através dos mitos relacionados a ele e dos seus movimentos nos referenciais topocêntrico e heliocêntrico. No Astro 3D simulamos os movimentos de Mercúrio. Em seguida, apresentamos o planeta Vênus e, do mesmo modo, os mitos relacionados a este planeta são estudados e seus movimentos nos referenciais topocêntrico e heliocêntrico são simulados no Astro 3D, dando destaque às fases de Vênus. Por último, estudamos sobre Marte, como exemplo de planeta superior. Apresentamos os principais mitos relacionados ao planeta vermelho e simulamos, no Astro 3D, os movimentos de Marte nos referenciais topocêntrico e heliocêntrico, com destaque ao movimento retrógrado de Marte, ressaltando que este movimento retrógrado é apenas aparente, sendo o resultado da posição relativa entre o planeta, a Terra e o Sol.

Ao final da aula, explicamos aos alunos que os conhecimentos adquiridos pelo homem, iniciando com a observação do movimento aparente do Sol e da Lua e depois dos planetas, resultou no estudo sobre a maneira pela qual os planetas giram ao redor da Terra através do Geocentrismo, e depois, ao redor do Sol através do Heliocentrismo. Estas descobertas foram responsáveis por diversas teorias e hoje o estudo da Astronomia vai além do sistema solar. Dentre as áreas de estudo da Astronomia, podemos citar que a Cosmologia estuda a origem do Universo e dos diferentes modelos de Universo apresentados durante a história da humanidade. Outras áreas da Astronomia, como a Astrobiologia, Astrofísica e Astronáutica também utilizam todo este conhecimento que foi ensinado durante estas aulas da sequência

didática e que são indispensáveis para a nossa compreensão do local onde vivemos.

6 Exemplos e simulações com o Astro 3D

Durante as aulas desta sequência didática são apresentados exemplos e simulações sobre os fenômenos astronômicos estudados com o Astro 3D. Estas aplicações do Astro 3D são apresentadas nas próximas seções:

6.1 Esfera celeste e o movimento diurno dos astros

Ao observarmos o céu percebemos que estamos dentro de uma imensa esfera. Isto foi observado pelos antigos gregos, que introduziram a ideia de esfera celeste. Esta esfera imaginária circunda o nosso planeta e possui um eixo imaginário, que é o prolongamento do eixo de rotação terrestre. A esfera (abóbada) celeste, é geocêntrica, dando a impressão de que os astros giram ao redor da Terra. Com o passar das horas, os astros se movem de leste para oeste. Porém, este movimento é o movimento de rotação terrestre de oeste para leste que chamamos de movimento diurno dos astros. Embora a esfera celeste possua um caráter geocêntrico, durante muitos séculos, é usada como ótimo recurso didático para entendermos o movimento dos astros.

O prolongamento dos polos e do equador terrestre, nesta esfera, origina os polos celestes e o equador celeste. O ponto imaginário acima do observador é o zênite. Quando o Sol, ou outro astro, está a pino, é porque está localizado no zênite do lugar. Dependendo de nossa localização no globo terrestre, vemos o movimento diurno dos astros em inclinações diferentes. Na Figura 9, apresentamos a esfera celeste:

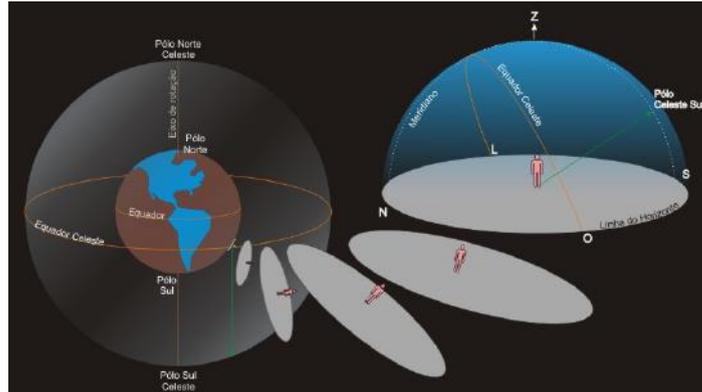


Figura 9 – A esfera celeste de acordo com as posições de um observador⁴.

Fonte: Oliveira Filho; Saraiva (2014).

Vemos a parte da esfera celeste que é vista por um observador na superfície terrestre. Percebemos que o observador enxerga o Polo Celeste Sul bem próximo ao horizonte e não consegue ver o Polo Celeste Norte. Além disso, o movimento diurno dos astros obedece a inclinação do Equador Celeste. Abaixo são mostradas as inclinações do movimento diurno dos astros para várias latitudes:

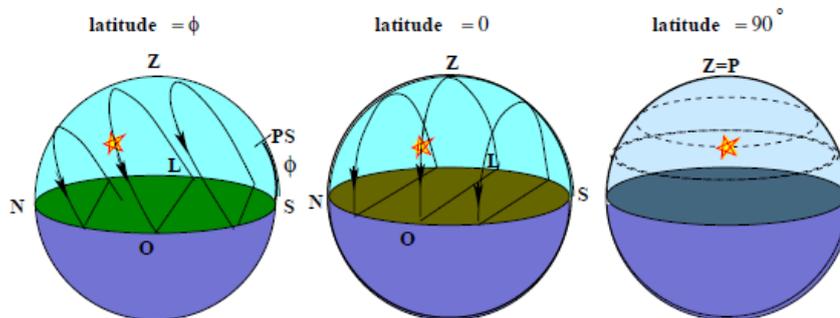


Figura 10 - O movimento diurno dos astros para diferentes latitudes.
Fonte: Oliveira Filho; Saraiva (2014).

Para demonstrar estes conceitos, iniciamos o Astro 3D e inserimos as coordenadas do Polo Norte, que são 90° de latitude norte e qualquer longitude. Também inserimos a constelação da Ursa Menor, o Sol e a Lua. Utilizamos uma data e observamos o movimento diurno destes astros para esta latitude:

⁴ Na figura 9, percebemos que o horizonte limita a parte da esfera celeste que o observador pode visualizar, na qual o ponto mais alto é o zênite (Z). A direção do polo celeste (linha verde, na figura) faz um ângulo com a direção do zênite que depende da latitude do local de observação.



Figura 11 - Movimento diurno dos astros no Polo Norte.
Fonte: Feito pelo autor através do software Astro 3D.

Na Figura 11, vemos que os astros se movem, aparentemente, de oeste para leste. Além disso, o Sol, astro amarelo, e a Lua, astro branco, estão se movendo praticamente paralelos à linha do horizonte. Também percebemos que a Estrela Polar se encontra exatamente no Polo Norte Celeste e a constelação da Ursa Menor está “girando” ao redor deste polo. Observamos que o Sol não se põe nesta época, para esta região, ocorrendo o chamado Sol da meia-noite.

Continuando a simulação, podemos utilizar as coordenadas do Trópico de Câncer, reforçando o conceito de coordenadas geográficas e mostrando aos alunos a inclinação do movimento diurno dos astros para esta latitude, como mostrado na Figura 12:



Figura 12 - Movimento diurno dos astros no Trópico de Câncer.
Fonte: Feito pelo autor através do software Astro 3D.

Nesta simulação, percebemos que a Ursa Menor não se encontra no Zênite e os astros estão se movendo obliquamente no céu. Isto se deve à latitude do local. Também vemos que a Ursa Menor gira em torno do Polo Norte Celeste. Podemos

utilizar um globo terrestre e mostrar que a inclinação é causada pela latitude do observador. Continuando, podemos analisar este movimento para o equador terrestre, como é mostrado na Figura 13:



Figura 13 – O movimento diurno dos astros no Equador.
Fonte: Feito pelo autor através do software Astro 3D.

No equador terrestre, a inclinação dos astros é praticamente perpendicular ao horizonte. Também percebemos que a Estrela Polar se encontra no ponto cardeal norte, ou seja, o Polo Celeste Norte é visto no ponto cardeal norte. Esta simulação mostra que a esfera celeste é vista perpendicular ao equador terrestre. Na sequência, utilizamos as coordenadas do Trópico de Capricórnio.



Figura 14 – O Movimento diurno dos astros no Trópico de Capricórnio.
Fonte: Feito pelo autor através do software Astro 3D.

Ao observarmos a figura 14, vemos que o movimento diurno dos astros para o Trópico de Capricórnio possui inclinação oposta deste movimento para o Trópico de Câncer. Também observamos que a Estrela Polar está abaixo do horizonte, mostrando que não podemos ver a Ursa Menor desta latitude.

Finalizando a simulação, utilizamos as coordenadas do Polo Sul, que são 90°

de latitude sul e qualquer longitude, como é mostrado na Figura 15:

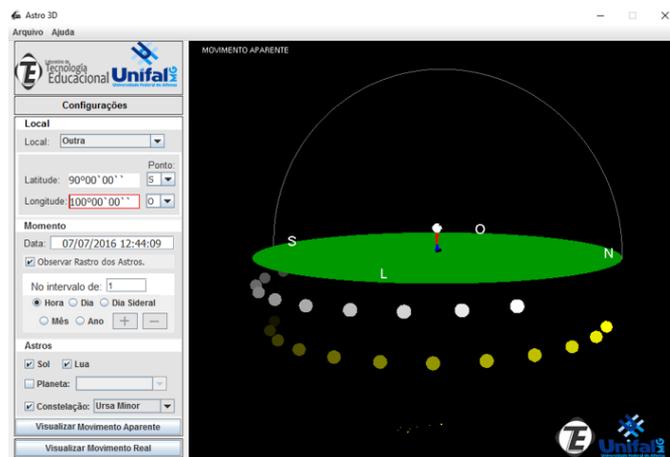


Figura 15 – O movimento diurno dos astros no Polo Sul.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

Quando estudamos o movimento diurno dos astros para o Polo Sul, percebemos que a Estrela Polar se encontra abaixo do observador, mostrando que o Polo Norte está oposto ao Polo Sul e a esfera celeste está invertida para esta latitude. Também percebemos que os astros observados não aparecem no céu nesta data.

Deste modo, ensinamos o movimento aparente da esfera celeste nas latitudes observadas e percebemos que o movimento diurno dos astros é diferente para cada latitude terrestre. Além disso, precisamos mostrar o movimento destes astros no referencial heliocêntrico durante todas as simulações, explicando que este movimento confirma que a Terra não é estática e gira ao redor do Sol. A Figura 16 mostra este movimento no referencial heliocêntrico:

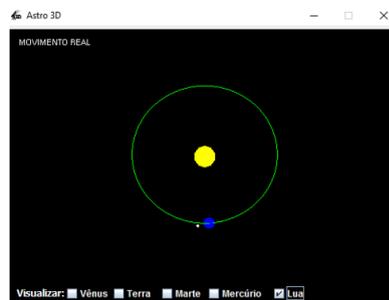


Figura 16 – Movimento diurno dos astros
no referencial heliocêntrico
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

Na Figura 16 vemos o Sol, a Terra e a Lua no referencial heliocêntrico. É necessário utilizarmos várias coordenadas geográficas, como as coordenadas da

cidade onde está sendo aplicada esta sequência didática, para reforçarmos os conceitos apresentados sobre a esfera celeste e o movimento diurno dos astros.

6.2 Eclíptica, faixa do Zodíaco e constelações zodiacais

Ao analisar o movimento diurno dos astros, observamos que o Sol percorre um caminho aparente no céu. Este caminho se chama eclíptica, pois os eclipses ocorrem quando a Lua se encontra nesta região. A faixa de 18° que possui a eclíptica em seu centro se chama Zodíaco, que significa caminho dos animais. Nesta faixa, a Lua, os planetas, o Sol e as constelações zodiacais realizam seus movimentos no referencial topocêntrico. São mais conhecidas doze constelações do Zodíaco, porém existe a décima terceira que é o Ofiúco ou Serpentário.

No Astro 3D, podemos selecionar uma localidade, data específica, constelações zodiacais, planetas, Lua e o Sol e fazer o rastro dos astros no intervalo de hora em hora. É possível observarmos que, além do Sol, os planetas, as constelações zodiacais e a Lua também realizam os seus movimentos aparentes no céu na faixa do Zodíaco. Além disso, percebemos que a eclíptica encontra-se centrada nesta faixa, como é mostrado na Figura 17:

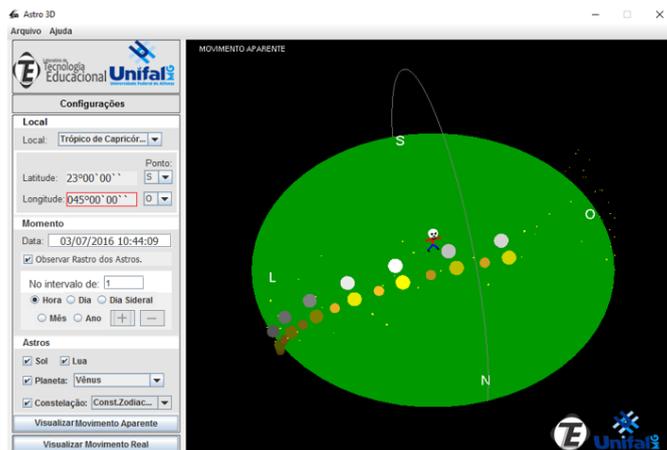


Figura 17 - As constelações zodiacais, a faixa do Zodíaco e a eclíptica.

Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

Também podem ser analisados os movimentos de cada constelação do Zodíaco. Na Figura 17, estudamos o Sol, a Lua e o planeta Vênus que estão com as cores amarelo, branco e laranja, respectivamente. A órbita de Vênus está muito próxima da eclíptica e, por isto, acompanha o caminho aparente do Sol no céu.

Sendo assim, é importante deixar claro que este movimento é apenas aparente e que o movimento destes astros obedece ao movimento no referencial heliocêntrico. Na Figura 18, é mostrado o movimento da Terra, da Lua e de Vênus no referencial heliocêntrico, nas cores azul, branco e laranja, respectivamente.

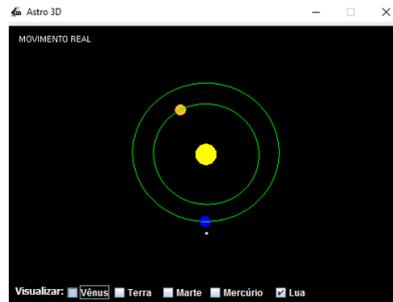


Figura 18 – Movimento do Sol, Terra, Lua e Vênus no referencial heliocêntrico.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

6.3 As estações do ano, solstícios e equinócios

Ao observar o movimento do Sol durante o dia, no referencial topocêntrico, percebemos que ele nasce no Leste e se põe no Oeste. Entretanto, durante o ano, ao observar o local no horizonte onde o Sol nasce ou se põe vemos que esta posição muda. Vamos analisar esta situação com o Astro 3D, para uma localidade específica fazendo o rastro do Sol em dias. A Figura 19 apresenta o nosso exemplo:



Figura 19 – Simulação do solstício de verão do Hemisfério Sul.
Fonte: Feito pelo autor através do software Astro 3D⁵.

Inserimos as coordenadas geográficas da cidade de Alfenas – MG, para o dia 22/12/2015. Na tela de movimento no referencial topocêntrico vemos que o movimento

⁵ Nas figuras que possuem as duas telas do Astro 3D, a tela da esquerda se refere ao movimento dos astros no referencial topocêntrico e a tela da direita se refere ao movimento dos astros no referencial heliocêntrico.

diurno do Sol possui máxima inclinação para o Sul, nascendo entre o Leste e o Sul e se pondo entre o Oeste e o Sul. Este é o dia do solstício de verão no Hemisfério Sul e é o dia mais longo do ano para este hemisfério. Pelo horário no software, percebemos que às 18:00 ainda não ocorreu o ocaso do Sol. Podemos fazer o rastro do Sol e contar, com os alunos, a quantidade de horas deste dia. Além disso, esta é a noite mais curta do ano para este hemisfério.

Na tela de movimento no referencial heliocêntrico, vemos a Terra em seu movimento de translação ao redor do Sol. Precisamos explicar que a Terra possui uma inclinação em sua órbita e, neste dia, a incidência de raios solares é máxima em nosso hemisfério e mínima no Hemisfério Norte. Portanto, este é o dia do solstício de inverno do Hemisfério Norte, sendo o dia mais curto do ano e a noite mais longa do ano para este hemisfério.

Muitas pessoas acreditam que as estações do ano ocorrem por causa da distância da Terra ao Sol. Na tela de movimento no referencial heliocêntrico vemos a excentricidade da órbita terrestre, mostrando que a distância da Terra ao Sol durante o ano não varia consideravelmente e que a causa das estações do ano é a diferente inclinação terrestre em sua órbita no seu movimento de translação.

Dando continuidade, fazemos o rastro do Sol em dias até chegar ao dia 20 de março de 2016, como é mostrado na Figura 20:



Figura 20 – Simulação do equinócio de outono do Hemisfério Sul.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

Neste dia o Sol nasce no ponto cardeal leste e se põe no ponto cardeal oeste, também vemos que a duração dos dias foi diminuindo até que a duração do dia e da noite fosse a mesma nesta data, por isto temos o equinócio, que significa noites iguais. Pelo horário no software, percebemos que o ocaso do Sol foi às 18:00, mais cedo do

que o ocaso do Sol no solstício de verão, que foi analisado anteriormente. Este é o equinócio de outono porque a incidência de raios solares em nosso hemisfério está diminuindo.

Ao observar o movimento no referencial heliocêntrico, percebemos que a Terra percorreu um quarto de sua órbita. Com o globo terrestre, vemos que a inclinação terrestre em sua órbita fez com que os raios solares atingissem de maneira praticamente uniforme os dois hemisférios. Por isto, os dias e as noites possuem a mesma duração nesta data. Na sequência, fazemos o rastro do Sol até o dia 20 de junho de 2016.

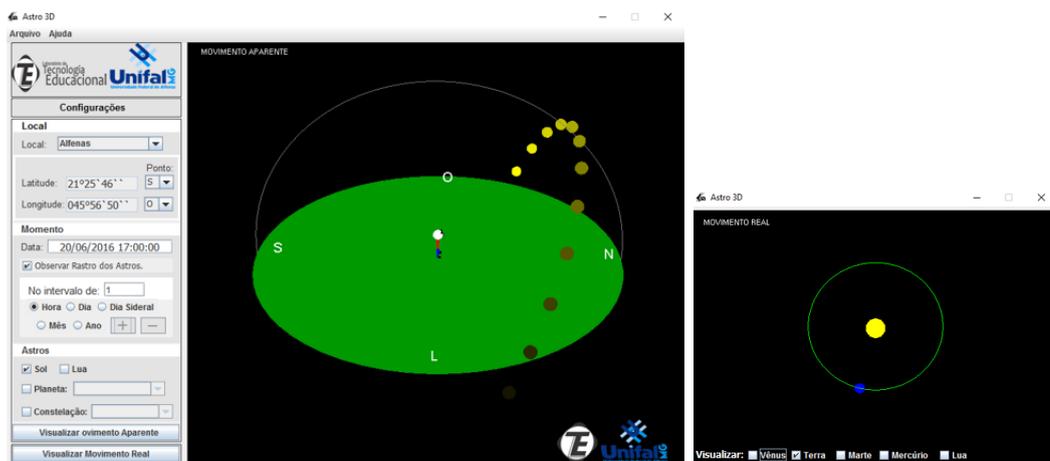


Figura 21 – Simulação do solstício de inverno do Hemisfério Sul.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

Na Figura 21, na tela de movimento no referencial topocêntrico, percebemos que o Sol possui máximo afastamento para o Norte e que este é o dia mais curto do ano. Se observarmos o horário, percebemos que o ocaso do Sol é próximo das 17:00. Podemos contar com os alunos a quantidade de horas deste dia, provando que este é o dia mais curto do ano. Para o Hemisfério Norte, este é o solstício de verão, dia mais longo do ano.

Na tela de movimento no referencial heliocêntrico, a Terra completou mais um quarto de sua órbita. Também podemos explicar aos alunos que, no solstício de verão tínhamos dias longos e noites curtas, devido à inclinação terrestre em sua órbita, esta diferença foi diminuindo até que os dias e as noites tivessem a mesma duração no equinócio de outono e agora os dias são mais curtos. Dando continuidade à simulação, chegamos ao equinócio de primavera:



Figura 22 – Simulação do equinócio de primavera do Hemisfério Sul.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

Na tela de movimento no referencial topocêntrico percebemos que o Sol voltou para a posição de equinócio, ou seja, o Sol nascendo no ponto cardinal leste e se pondo no ponto cardinal oeste. Também observamos que a duração dos dias foi aumentando até que a duração dos dias e das noites fosse a mesma nesta data. No horário do software, vemos que o ocaso do Sol foi às 18:00, lembrando que o ocaso do Sol no solstício de inverno foi próximo às 17:00. Podemos contar com os alunos a quantidade de horas deste dia e percebermos que temos doze horas de duração do dia e doze horas de duração da noite.

No movimento no referencial heliocêntrico, a Terra inicia o último quarto de seu movimento de translação. Além disso, observamos que a incidência de raios solares no nosso hemisfério está aumentando, por isto os dias estão ficando mais longos. No Hemisfério Norte, esta data corresponde ao equinócio de outono, com dias e noites iguais. A última simulação é mostrada na Figura 23:



Figura 23 - Simulação do solstício de verão do Hemisfério Sul.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

Para finalizar a observação, encerramos o ciclo das estações no dia 21/12/2016 que é o dia do solstício de verão para o Hemisfério Sul. Percebemos que os dias foram ficando mais longos e, nesta data, temos o dia mais longo do ano. Ao observar o horário no software, percebemos que o ocaso do Sol será após as 18:00. Na tela de movimento no referencial heliocêntrico, percebemos que a Terra completou o ciclo das estações.

Nesta simulação apresentamos a causa das estações do ano, dos solstícios e dos equinócios. Além disso, explicamos a duração dos dias e das noites durante o ano. É necessário que seja mostrado aos alunos que a intensidade das estações do ano é diferente, dependendo da latitude. Quanto mais afastada do equador terrestre estiver a localidade, mais intensa é a estação do ano. Por isto, no equador terrestre os dias e as noites são praticamente iguais durante o ano todo e não existe muita diferença entre as estações. Em altas latitudes, as estações do ano são mais intensas. Além disso, em altas latitudes ocorre o fenômeno do Sol da meia-noite, como mostrado quando estudamos o movimento diurno dos astros.

Vale ressaltar que as datas utilizadas na simulação são as datas de início de cada estação para os anos estudados. Caso sejam utilizados outros anos, estas datas de início de cada estação poderão ser alteradas. Também podem ser usadas diferentes coordenadas geográficas, mostrando aos alunos o ciclo das estações em todo o globo.

6.4 As fases da Lua e suas características

Para estudar as fases da Lua com o software Astro 3D propomos a simulação do início da lua nova para o Trópico de Capricórnio no dia 13 de setembro de 2015 às 03:42:30, este é o horário real de início desta fase da Lua. Para isto, inserimos os dados apresentados e também a Lua e o Sol no software, fazendo o rastro dos astros de hora em hora, como mostrado na Figura 24:



Figura 24 – Simulação dos movimentos da Terra, Sol e Lua na lua nova.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

No movimento no referencial topocêntrico, a Lua está no céu durante o dia e nasce e se põe bem próxima ao Sol. Esta proximidade com o Sol pode ser explicada mostrando aos alunos que no referencial heliocêntrico estes três astros estão quase alinhados e por isto, vista da Terra, a Lua se encontra próxima ao Sol. É preciso observar que este alinhamento é apenas aparente, pois a Lua e a Terra possuem inclinações diferentes em suas órbitas. Continuando a observação no referencial heliocêntrico, percebemos que os raios solares quase não incidem na face da Lua voltada para a Terra, por isto vemos apenas uma pequena parte da Lua. Podemos fazer o rastro dos astros de horas em horas ou de dias em dias mostrando que esta fase da Lua continua até no dia 21 de setembro, como mostrado na Figura 25:



Figura 25 – Simulação dos movimentos da Terra, Sol e Lua na lua crescente.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

Este é o início da lua quarto-crescente. Quando fizemos o rastro dos astros até o final da lua nova, percebemos que a Lua começa a se afastar do Sol no referencial topocêntrico. Ao visualizar o movimento no referencial heliocêntrico, notamos que a

Lua está se distanciando daquele campo de visão da lua nova, em que, ao olhar para a Lua, tínhamos o Sol ao fundo, por isto no referencial topocêntrico a Lua e o Sol estão se afastando. Também é observado, no referencial topocêntrico, que a lua quarto-crescente nasce por volta do meio-dia e se põe por volta da meia-noite.

Continuando a visualização do movimento no referencial heliocêntrico, percebemos que a iluminação solar na face da Lua voltada para a Terra começa a aumentar. A Figura 25 mostra o início da lua quarto-crescente, ou seja, quando a Lua possui, aproximadamente, 50% de sua superfície iluminada. Dando continuidade ao rastro do Sol e da Lua, chegamos à lua cheia, como é mostrado na Figura 26:



Figura 26 – Simulação dos movimentos da Terra, Sol e Lua na lua cheia.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

Novamente precisamos fazer o rastro dos astros e observar que, durante a lua crescente, a Lua e o Sol continuaram a se afastar no referencial topocêntrico. Este afastamento é máximo ao início da lua cheia. Observando o movimento no referencial topocêntrico, vemos que a Lua e o Sol estão opostos no céu. Observando o movimento no referencial heliocêntrico, vemos que a Lua e o Sol estão em posições opostas e isto causa este fenômeno observado no referencial topocêntrico em que o Sol nasce e a Lua se põe ou vice-versa.

Continuando a observação no referencial heliocêntrico, vemos que a iluminação da face da Lua voltada para a Terra foi aumentando durante a fase de lua crescente e quando esta iluminação se torna máxima, temos o início da lua cheia. Continuando o rastro dos astros, a iluminação da face da Lua voltada para a Terra vai diminuindo, até chegar na próxima fase que é mostrada na Figura 27:



Figura 27 – Simulação dos movimentos da Terra, Sol e Lua na lua minguante.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

Durante o rastro dos astros na fase de lua cheia, percebemos que a Lua e o Sol começam a se aproximar no céu, no referencial topocêntrico. Isto é visto na tela do referencial heliocêntrico ao entendermos que o Sol está mais próximo da Lua no nosso campo de visão, pois a Lua estava oposta ao Sol na lua cheia e agora está aproximando do Sol. Também observamos, no referencial topocêntrico, que a lua quarto-minguante nasce por volta da meia-noite e se põe por volta do meio-dia, este período é oposto ao período de nascimento e ocaso da Lua na fase quarto-crescente.

Percebemos ainda, que a iluminação da Lua foi diminuindo até chegar a, aproximadamente, 50% de iluminação que é característica da fase de lua quarto-minguante. Na Figura 28, apresentamos a última parte da simulação sobre as fases da Lua, mostrando que a iluminação na parte da Lua voltada para a Terra vai diminuindo até termos novamente a fase de lua nova.



Figura 28 – Finalização das simulações sobre as fases da Lua.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

Durante o rastro dos astros observamos, no referencial topocêntrico, que a Lua

e o Sol voltaram a ficar próximos no céu, isto também é observado no referencial heliocêntrico, pois o Sol está no campo de visão de um observador terrestre que está olhando para a Lua. No referencial heliocêntrico também percebemos que a iluminação na face da Lua voltada para a Terra foi diminuindo até chegar ao dia 12 de outubro, finalizando o ciclo das fases da Lua.

Além disso, com a simulação apresentada, explicamos as quatro fases da Lua, e os movimentos da Lua, da Terra e do Sol nos referenciais topocêntrico e heliocêntrico. É preciso que sejam apresentadas estas fases da Lua para outras coordenadas geográficas e em outras datas para que os alunos compreendam que estas fases são as mesmas vistas em todo o globo terrestre. Também é preciso deixar claro a diferença entre a observação do movimento destes astros no referencial topocêntrico e no referencial heliocêntrico.

6.5 Eclipse solar

O eclipse solar ocorre quando a Lua está alinhada entre a Terra e o Sol e é causado pela sombra da Lua que atinge a Terra. Por isto, ocorre apenas na fase de lua nova. Para fazer a simulação de um eclipse solar, será analisado o eclipse solar de 29 de maio de 1919, visto na América do Sul e na África que foi importante para o estudo da teoria da relatividade geral de Albert Einstein. Duas expedições viram o eclipse, uma delas na ilha de São Tomé e Príncipe e a outra em Sobral no Ceará. Será estudado este eclipse solar para Sobral, como mostrado na Figura 29:

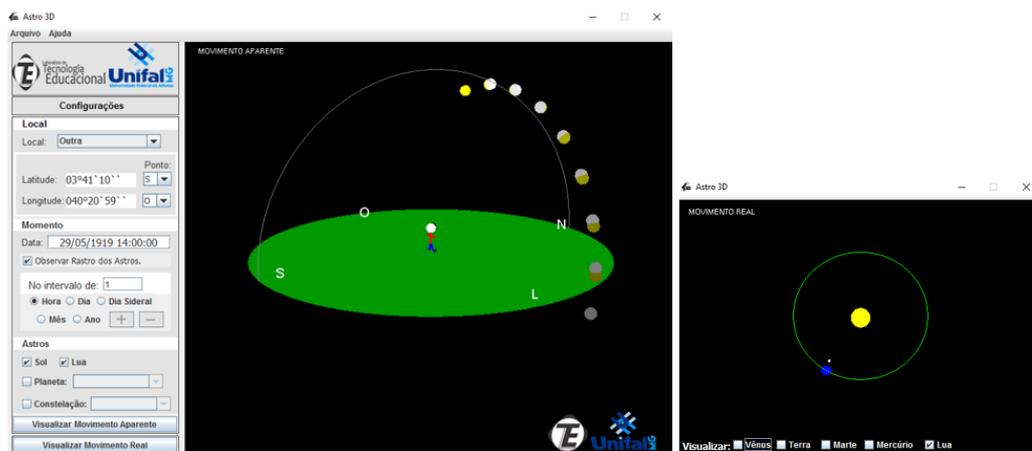


Figura 29 - Simulação do eclipse solar de Sobral-CE em 1919.

Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

No referencial topocêntrico, vemos que a Lua foi se aproximando do Sol desde

o nascimento dos dois astros no horizonte até encobri-lo totalmente e depois começar a se afastar do Sol. Também observamos que esta máxima aproximação aparente dos dois astros ocorre apenas na lua nova, pois estes astros estão próximos no céu.

No referencial heliocêntrico, observamos que os três astros estão alinhados e que a Lua encobre o Sol, aparentemente, no período observado. Utilizando outras coordenadas, percebemos que o eclipse solar foi observado em uma pequena faixa do nosso planeta. Precisamos ressaltar que não ocorrem eclipses em todas as fases de lua nova por causa da diferente inclinação da Terra e da Lua em suas órbitas, mostrando que no eclipse solar, a Lua se encontra na eclíptica, ou seja, está alinhada com o Sol e com a Terra.

6.6 Eclipse lunar

Este eclipse ocorre na fase de lua cheia, quando a Terra está entre o Sol e a Lua. É preciso deixar claro que não ocorrem eclipses em todas as fases de lua cheia, porque a Lua e a Terra possuem inclinações diferentes em suas órbitas e os eclipses só ocorrem quando os três astros estão alinhados.

Para simular o eclipse lunar, vamos analisar o eclipse lunar do dia 27 de setembro de 2015, às 22:00 na cidade de Sobral, Ceará, conforme a Figura 30:

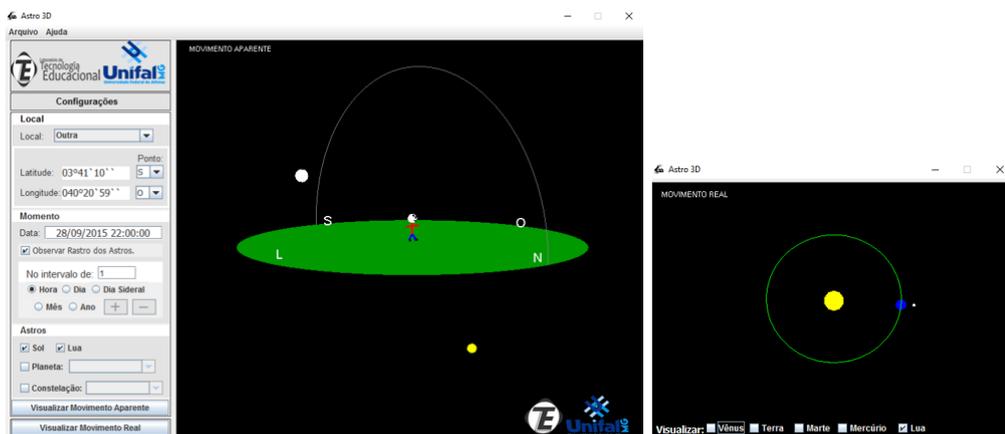


Figura 30 - Simulação do eclipse lunar visto em Sobral-CE em 2015.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

Ao observamos o movimento no referencial topocêntrico, percebemos que o Sol e a Lua estão opostos no céu, este é o movimento relativo dos dois astros na lua cheia. No referencial heliocêntrico também percebemos que estamos na fase de lua cheia, pois a iluminação solar na face da Lua voltada para a Terra é máxima.

Além disso, a Terra faz sombra na Lua causando o eclipse lunar. Vale ressaltar que ocorrem eclipses lunares apenas quando os três astros estão alinhados e não necessariamente quando estão na fase de lua cheia. Podemos alterar as coordenadas geográficas e mostrar que este eclipse ocorre em uma faixa específica do globo.

6.7 Os movimentos do planeta Mercúrio

Mercúrio é o planeta mais próximo do Sol e, por isto, é muito difícil a sua observação no céu, sendo visto pouco depois do pôr do Sol ou antes do amanhecer, dependendo da época de observação. Utilizando o Astro 3D, podemos selecionar o Sol e Mercúrio, além das coordenadas geográficas, data e horário desejados. No nosso exemplo, simulamos o movimento de Mercúrio nos referenciais topocêntrico e heliocêntrico para o dia 25 de dezembro de 2015, no Trópico de Capricórnio, fazendo um rastro de hora em hora do movimento do Sol e do planeta, como a Figura 31:



Figura 31 - Simulação dos movimentos de Mercúrio.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

Na tela de movimento no referencial topocêntrico, percebemos que o Sol e Mercúrio aparecem bem próximos no céu. Podemos alterar as datas ou coordenadas geográficas e perceber que a distância aparente entre o Sol e Mercúrio não varia muito, dificultando a visualização deste planeta durante o dia, pela iluminação solar e durante a noite, por acompanhar o movimento do Sol no referencial topocêntrico, ficando abaixo do horizonte neste período.

No referencial heliocêntrico, percebemos que o Sol está no campo de visão do observador terrestre que visualiza o planeta Mercúrio. Isto explica a proximidade aparente destes dois astros no céu. Observando o movimento de Mercúrio durante os

dias no referencial topocêntrico, percebemos que este planeta não possui um rastro determinado no céu, como o Sol ou a Lua. Este rastro no céu é o resultado das posições aparentes entre Mercúrio, Terra e Sol. Na Figura 32, simulamos este movimento, com Mercúrio e o Sol nas coordenadas geográficas que desejamos:

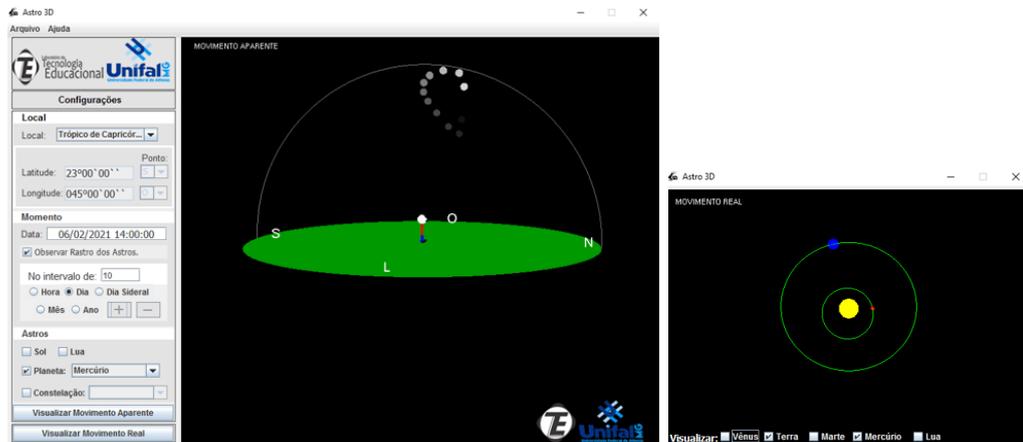


Figura 32 - Continuação da simulação dos movimentos de Mercúrio.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

No referencial topocêntrico, utilizamos o rastro dos astros de dez em dez dias para facilitar a visualização do movimento deste planeta no céu. Observamos que Mercúrio estava se movimentando para o Sul e depois para o Norte. No referencial heliocêntrico, podemos observar as posições do Sol, da Terra e de Mercúrio durante este trajeto. Continuando a simulação apresentada, percebemos que o planeta altera novamente a direção de seu movimento, como é mostrado na Figura 33:



Figura 33 - Finalização da simulação sobre os movimentos de Mercúrio.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

Percebemos que o planeta mudou a direção do seu movimento novamente, saindo da direção Sul e indo para a direção Norte. Além disso, precisamos alterar as coordenadas geográficas, datas, horários e intervalos de observação para reforçar

estes conceitos, mostrando que este movimento é apenas aparente, por causa das posições relativas entre o planeta, a Terra e o Sol, explicadas através da observação do movimento no referencial heliocêntrico.

6.8 Os movimentos do planeta Vênus

Vênus é o planeta mais brilhante do céu. É visto da Terra ao amanhecer ou ao anoitecer, dependendo das posições relativas entre o planeta, a Terra e o Sol. Ele também apresenta o movimento de rotação contrário ao movimento de rotação terrestre. Na Figura 34, utilizamos as coordenadas do Trópico de Capricórnio no dia 15 de março de 2016 para analisarmos os movimentos de Vênus nos referenciais topocêntrico e heliocêntrico.



Figura 34 – Simulação dos movimentos de Vênus.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

Neste exemplo, percebemos que Vênus possui nascimento e ocaso antes do Sol. Neste caso, o planeta é visível no início do dia. Também notamos que, no referencial topocêntrico, o Sol e o planeta estão próximos no céu. No referencial heliocêntrico, percebemos que a órbita de Vênus possui pequena excentricidade. Podemos fazer o rastro dos astros em horas, ou em dias, e observar as posições aparentes de Vênus e do Sol, além do movimento destes dois astros e da Terra no referencial heliocêntrico.

O planeta Vênus não possui um movimento determinado no céu, como o Sol ou a Lua. Seu movimento no referencial topocêntrico varia muito, de acordo com a posição relativa entre Vênus, Terra e Sol. Para observar este movimento, podemos selecionar uma data e fazer o rastro dos astros. Como exemplo, serão utilizadas as

coordenadas do Trópico de Capricórnio, para uma data específica, com o intervalo de dez em dez dias, como é mostrado na Figura 35:

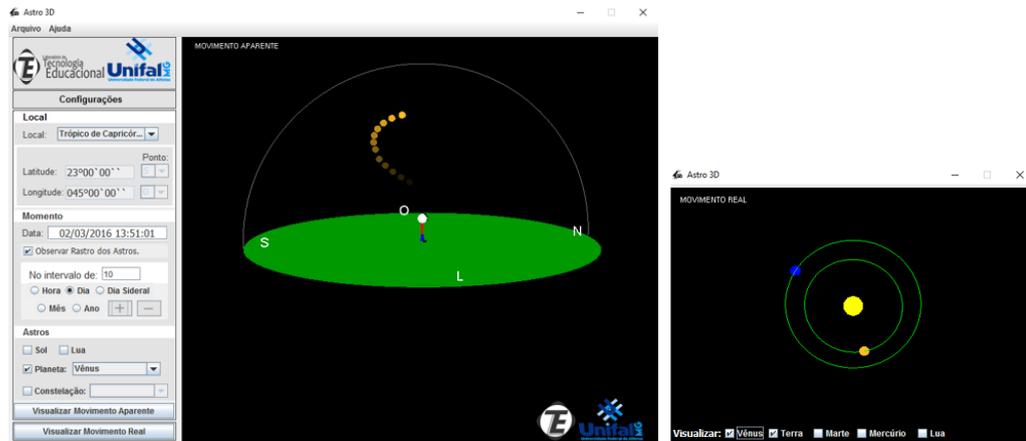


Figura 35 - Continuação da simulação dos movimentos de Vênus.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

Quando fazemos o rastro dos astros de dez em dez dias, percebemos que o planeta estava movimentando, aparentemente, para o Sul e retornou para o Norte. Além disso, Vênus ficou em uma altura maior no céu. Ao analisarmos o movimento no referencial heliocêntrico, observamos as posições aparentes da Terra, do Sol e de Vênus durante este movimento e vemos que o sistema heliocêntrico consegue explicar, com mais facilidade este movimento aparente que observamos de Vênus, mostrando que este movimento é consequência das posições relativas entre a Terra, o planeta e o Sol.

Dando continuidade à simulação, verificamos que o movimento de Vênus muda de posição novamente, como é mostrado na Figura 36:

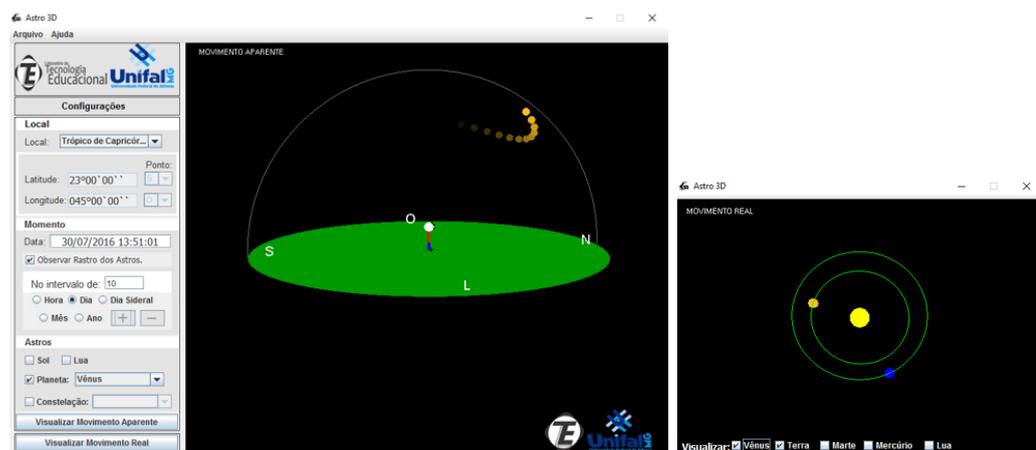


Figura 36 - Finalização da simulação dos movimentos de Vênus.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

Observamos que o planeta Vênus estava se movendo em direção ao Norte e voltou para o Sul. Também percebemos, no referencial heliocêntrico, que as posições do Sol, da Terra e de Vênus mudam na medida que fazemos o rastro dos astros, permitindo analisar a posição relativa entre os três astros e o movimento de Vênus para o referencial topocêntrico. Podemos alterar as coordenadas geográficas, datas e o intervalo de observação do rastro dos astros para reforçar os conceitos estudados nesta simulação.

6.9 As fases do planeta Vênus

Esta simulação sobre as fases de Vênus utiliza os mesmos conceitos apresentados para as fases da Lua. É importante ressaltar que não nos preocupamos com a data e o horário do início de cada fase observada. O objetivo desta simulação é mostrar aos alunos que o movimento relativo entre o Sol, a Terra e Vênus ocasiona as fases deste planeta. Sendo assim, inserimos no Astro 3D o Sol e o planeta Vênus. Também são utilizadas as coordenadas do Trópico de Capricórnio, fazendo o movimento dos astros de hora em hora até o dia 01 de agosto de 2015 para estudarmos a fase nova de Vênus, como é mostrado na Figura 37:



Figura 37 - Simulação da fase nova de Vênus no Astro 3D.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

No referencial topocêntrico, observamos que o Sol nasce primeiro que Vênus, iluminando todo o céu e impedindo que este planeta seja observado. Porém, o ocaso

do Sol ocorre antes do ocaso de Vênus, permitindo que este planeta seja visualizado ao final do dia, em sua fase nova. No referencial heliocêntrico, notamos que esta é a fase de maior aproximação entre a Terra e Vênus e que os raios solares não incidem na parte da superfície de Vênus voltada para a Terra e, por isto, temos a fase nova deste planeta.

Dando continuidade ao rastro dos astros, percebemos que o Sol e Vênus começam a se afastar, no referencial topocêntrico, durante esta fase nova, até chegar à fase crescente, como é mostrado na Figura 38:



Figura 38 - Simulação da fase crescente de Vênus.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

No referencial topocêntrico, observamos que Vênus e o Sol foram se distanciando e Vênus começa a nascer antes do Sol. Portanto, podemos visualizar este planeta na fase crescente ao amanhecer, por isto é conhecido como estrela matutina. No referencial heliocêntrico, observamos que está aumentando a iluminação solar na parte de Vênus voltada para a Terra e isto é característica da fase crescente. Na Figura 39, Vênus e o Sol começam a se aproximar, ocorrendo a fase cheia:



Figura 39 - Simulação da fase cheia de Vênus.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

No referencial topocêntrico, percebemos que Vênus está próximo ao Sol, esta proximidade impede a visualização do planeta. Além disso, no referencial heliocêntrico, percebemos que a parte de Vênus vista da Terra está recebendo a máxima iluminação solar, que é característica da fase cheia. Também vemos que a Terra e Vênus estão opostos e o Sol se encontra no campo de visão de um observador terrestre que deseja ver o planeta Vênus, por isto o Sol e Vênus se encontram próximos aparentemente.

Continuando com o rastro dos astros, percebemos que o Sol e Vênus iniciam o afastamento, no referencial topocêntrico, originando a fase minguante:



Figura 40 - Simulação da fase minguante de Vênus.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

Nesta fase o planeta Vênus possui o ocaso após o ocaso do Sol, porém não pode ser observado devido à iluminação solar. Após alguns dias, quando este afastamento for maior, Vênus será observado ao anoitecer. No referencial heliocêntrico, a iluminação solar da parte visível do planeta vista da Terra, começa a

diminuir, sendo característica da fase minguante. Na sequência, o Sol e Vênus ficam mais afastados no céu, ocorrendo novamente a fase nova deste planeta, como é mostrado na Figura 41:



Figura 41 - Final da simulação sobre as fases de Vênus.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

Ao iniciar novamente a fase nova, a iluminação solar se torna mínima na parte de Vênus que é voltada para a Terra. Além disso, percebemos que os dois planetas ficam próximos novamente e que, no referencial topocêntrico, o Sol nasce antes de Vênus, impossibilitando a visualização deste planeta ao nascer do Sol. Porém, ao anoitecer, podemos observar o planeta Vênus.

Precisamos utilizar outras coordenadas geográficas e datas para explicar estes conceitos. As fases de Vênus são um bom exemplo para entendermos a ocorrência das fases da Lua, por isto, é necessário mostrarmos as diferenças e semelhanças entre as fases de Vênus e as fases da Lua.

6.10 O movimento retrógrado de Marte

O movimento retrógrado marciano foi observado por várias civilizações durante a história da humanidade. Este movimento ocorre porque a Terra ultrapassa Marte a cada dois anos no movimento de translação destes astros ao redor do Sol, por causa do menor período de translação terrestre. Desta maneira, o planeta vermelho aparenta estar movendo para trás no céu.

Na simulação a seguir, observamos o trânsito de Marte pela constelação de Escorpião, iniciando no dia 23 de fevereiro de 2016 para um observador que se encontra no Trópico de Câncer, como é mostrado na Figura 42:

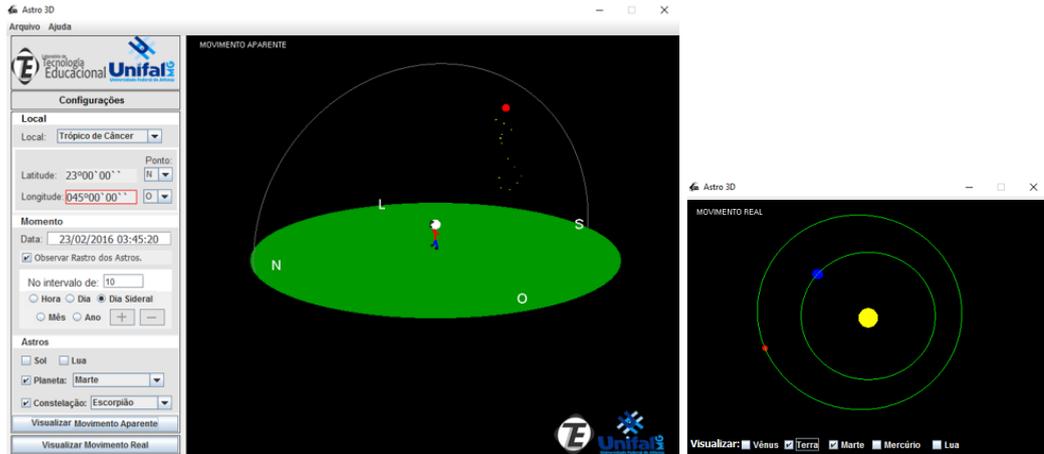


Figura 42 - O trânsito de Marte pela constelação de Escorpião.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

No referencial heliocêntrico, observamos que o planeta Marte possui órbita maior que a órbita terrestre, por se tratar de um planeta superior, fazendo com que o ano marciano seja de, aproximadamente, 687 dias terrestres. No referencial topocêntrico, percebemos que Marte está próximo à constelação de Escorpião no céu. Na Figura 43, fazemos o rastro dos astros no intervalo de dez em dez dias siderais, para facilitar a visualização deste movimento.

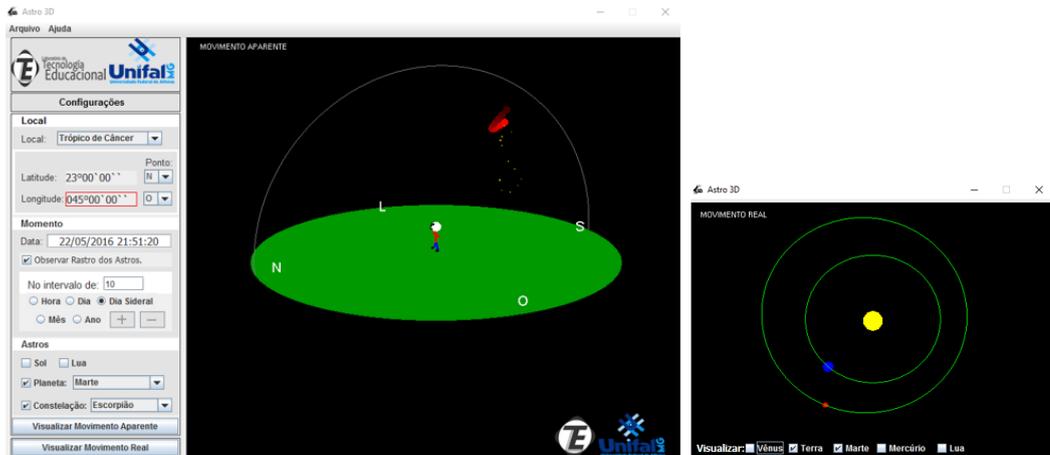


Figura 43 - Simulação do movimento retrógrado de Marte.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

No referencial topocêntrico, percebemos que Marte estava diminuindo sua altitude no céu, em direção ao Norte e depois mudou esta direção para o Sul, aumentando novamente a sua altitude. Também percebemos que o planeta estava deslocando pela constelação de Escorpião e agora está se afastando desta constelação.

No referencial heliocêntrico, observamos que a Terra e o planeta Marte estão se aproximando no céu, causando o efeito mostrado na tela do movimento no

referencial topocêntrico. Na Figura 44, a Terra ultrapassa Marte no referencial heliocêntrico:



Figura 44 - Continuação da simulação do movimento retrógrado de Marte.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

No referencial topocêntrico, percebemos que Marte volta a transitar pela constelação de Escorpião. Percebemos também que o planeta estava subindo no céu e agora está descendo, ou podemos dizer que Marte estava em direção ao Sul e agora está em direção ao Norte. Este movimento para trás é o movimento retrógrado que intrigou os povos antigos e resultou em vários mitos para explicar este fenômeno. Além disso, o movimento retrógrado contribuiu para a explicação das leis de Kepler e do modelo heliocêntrico, sendo muito importante para a história das ciências.

No referencial heliocêntrico, percebemos que a Terra consegue ultrapassar Marte no movimento em torno do Sol. Esta ultrapassagem ocasionou o movimento aparente visualizado na tela da esquerda da Figura 44. Sendo assim, concluímos que o movimento retrógrado de Marte é o movimento aparente da ultrapassagem da Terra em relação à Marte no movimento de translação destes planetas ao redor do Sol.

Para finalizarmos o estudo sobre o movimento retrógrado de Marte, continuamos a simulação com a Figura 45:

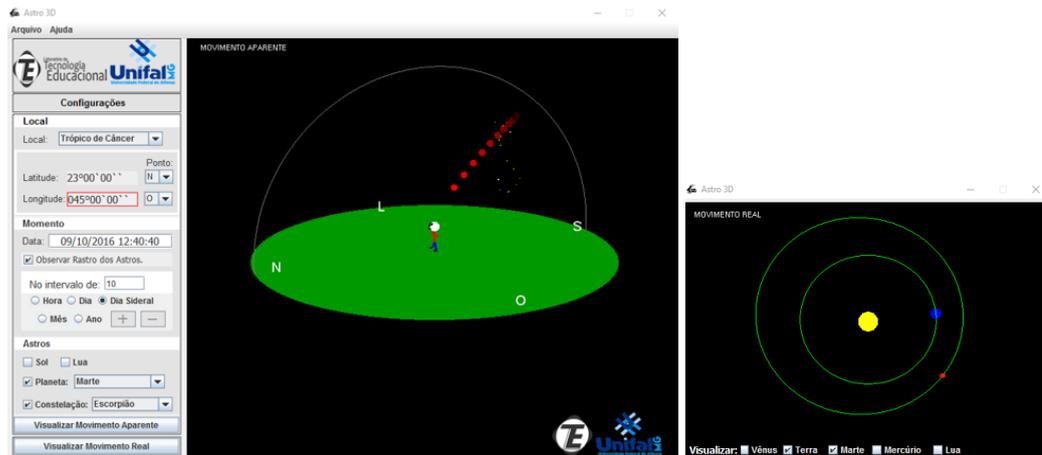


Figura 45 - Finalização da simulação do movimento retrógrado de Marte.
Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

No referencial topocêntrico, percebemos que Marte continua o seu movimento de afastamento em relação à constelação de Escorpião e não altera a direção do seu movimento. No referencial heliocêntrico, percebemos que a Terra está se afastando de Marte e isto permite a ocorrência deste movimento aparente apresentado na tela da esquerda da Figura 45. Também precisamos utilizar outras coordenadas geográficas, datas e horários para a demonstração deste movimento retrógrado, mostrando aos alunos que o entendimento sobre o movimento para trás de Marte, assim como de demais planetas, foi muito importante para o avanço da Astronomia e das demais ciências por permitir que o sistema heliocêntrico fosse aceito como o sistema que explica, corretamente, os movimentos planetários.

7 As atividades na sala de informática

Após a finalização das aulas, é necessária a utilização do terceiro momento pedagógico, *aplicação do conhecimento*, através de atividades que permitam que o próprio aluno avalie os seus conhecimentos sobre os conceitos estudados durante a sequência didática. Por isto, é apresentado abaixo um roteiro utilizado pelos alunos na sala de informática para simularem os fenômenos astronômicos que foram apresentados pelo professor.

Esta atividade pode ser feita em duplas ou mais alunos, dependendo da disponibilidade de computadores. É sugerido que o professor peça aos alunos que realizem as etapas descritas no roteiro e, ao final, seja feito um diálogo com os alunos sobre suas respostas para cada simulação. Ao final do diálogo, é interessante a

projeção do software pelo professor, mostrando as respostas corretas para cada etapa proposta. Estas simulações representam apenas alguns exemplos de aplicação deste software na sala de informática. Pode ser solicitado que os alunos simulem demais fenômenos astronômicos explicados com detalhes na seção 6.

7.1 Simulando as estações do ano no Astro 3D

Inicie o software Astro 3D e clique em *Local*, depois em *Outra* e, em seguida, insira as coordenadas geográficas de sua cidade no software. Depois, insira a data do dia 22/12/2015 às 05:00, insira o *Sol*, faça o rastro dos astros de hora em hora e clique em *Visualizar Movimento Aparente*. Além disso, deixe a tela de movimento no referencial heliocêntrico aberta e visualize o movimento da Terra em torno do Sol nas situações abaixo:

1) *Conte quantas horas existiram, aproximadamente, neste dia do nascer ao pôr do Sol.*

2) *A inclinação do Sol no céu está em direção ao Norte, ao Sul ou está perpendicular ao horizonte?*

3) *Refaça o rastro do Sol, apenas mudando a data para o dia 20/03/2016 e conte novamente quantas horas existem, aproximadamente, neste dia. O dia ficou mais longo ou mais curto?*

4) *O que aconteceu com a órbita da Terra no referencial heliocêntrico?*

5) *A inclinação do Sol neste dia 20/03/2016 está em direção ao Norte, ao Sul ou está perpendicular ao horizonte?*

6) *Refaça o rastro do Sol, mudando novamente a data para o dia 20/06/2016, iniciando às 05:00 e conte a quantidade de horas do nascer ao pôr do Sol.*

7) *A inclinação do Sol no dia 20/06/2016 está em direção ao Norte, ao Sul ou está perpendicular ao horizonte?*

8) *O que aconteceu com a órbita da Terra no referencial heliocêntrico?*

9) *Agora deixe o Sol no horizonte às 18:00 deste dia 20/06/2016 e faça o rastro dos astros no intervalo de um dia, até o dia 22/09/2016. Durante este rastro do Sol, o horário do ocaso do Sol foi após as 18:00 ou antes das 18:00?*

10) *O que aconteceu com o movimento da Terra e do Sol no referencial heliocêntrico?*

11) *Mude o rastro dos astros para horas novamente e mude para o dia 21/12/2016, contando quantas horas existem neste dia.*

12) *O que aconteceu com a inclinação do Sol durante esta simulação? O que aconteceu com a duração do dia durante a simulação?*

Se você fez corretamente todas as etapas desta simulação, percebeu que o dia 22/12/2016 foi o dia mais longo do ano e a inclinação do Sol estava em direção ao Norte. Este é o dia de solstício de verão em nosso hemisfério. Com o passar dos dias, a duração do dia foi diminuindo até chegar em 20/03/2016, com o dia e a noite possuindo a mesma duração e a inclinação do Sol em direção ao Norte, pois a posição de sua cidade permite que o movimento diurno do Sol, na esfera celeste, permaneça nesta inclinação. Este é o equinócio de outono de nosso hemisfério. Além disso, visualizando o movimento no referencial heliocêntrico, percebemos que a Terra está deslocando em sua órbita em seu movimento de translação.

Em seguida, os dias foram diminuindo ainda mais até chegar ao dia 20/06/2016 que é o dia mais curto do ano no nosso hemisfério, sendo o solstício de inverno. Continuando a simulação, você percebeu que os dias foram aumentando novamente, até chegar ao dia 22/09/2016, que é o equinócio de primavera de nosso hemisfério.

Além disso, a inclinação do rastro do Sol continua a mesma, devido à nossa posição na esfera celeste, e o dia e a noite possuem a mesma duração. Para finalizar, voltamos ao solstício de verão de nosso hemisfério, que é o dia mais longo do ano. Percebemos também que a Terra completa o seu movimento de translação ao redor do Sol e percebemos que estas são as estações do ano, provocadas pela inclinação terrestre em sua órbita e o movimento de translação da Terra ao redor do Sol.

7.2 Simulando as fases da Lua no Astro 3D

Inicie o software Astro 3D e clique em *Local*, depois em *Outra* e, em seguida, insira as coordenadas geográficas de sua cidade. Depois insira a *Lua* e o *Sol* no software e a data 13/09/2015 às 08:00, clique em *Visualizar Movimento Aparente* e em *Visualizar Movimento Real* utilizando o intervalo de hora em hora.

Depois, responda as perguntas e siga as próximas etapas:

1) *A Lua e o Sol estão próximos ou afastados no referencial topocêntrico, nesta data?*

2) *Observando o movimento no referencial heliocêntrico, qual é a fase da Lua?*

3) *Continue o rastro dos astros até o dia 21/09/2015, a Lua está aproximando ou afastando do Sol no céu? No referencial heliocêntrico, qual é a fase da Lua?*

4) *Continue o rastro dos astros até o dia 27/09/2015, a Lua e o Sol estão aproximando ou afastando um do outro? No referencial heliocêntrico, qual é a fase da Lua?*

5) *Continue o rastro dos astros até o dia 05/10/2015, a Lua e o Sol estão mais próximos ou mais afastados no céu? No referencial heliocêntrico, qual é a fase da Lua?*

6) *Finalize a simulação continuando o rastro dos astros até o dia 12/10/2015, o Sol e a Lua estão mais próximos ou mais afastados no céu? No referencial heliocêntrico, qual é a fase da Lua que está sendo apresentada?*

Se você realizou corretamente todas as etapas, percebeu que iniciamos o nosso estudo pela lua nova, mostrando que, nesta fase, a Lua e o Sol estão próximos no céu. Além disso, no referencial heliocêntrico, a face da Lua voltada para a Terra recebe pouca iluminação solar, mostrando que esta é a fase de lua nova. Ao continuar com o rastro dos astros, percebemos que o Sol e a Lua começaram a ficar mais afastados no céu, esta é a fase quarto-crescente. No referencial heliocêntrico, percebemos que a face da Lua voltada para a Terra recebe ainda mais iluminação, até chegar a, aproximadamente, 50% da sua superfície iluminada. Continuando, a Lua e o Sol ficam opostos no céu, chegando à fase de lua crescente. No referencial heliocêntrico, a face da Lua voltada para a Terra está totalmente iluminada.

Na sequência, continuamos com o rastro dos astros e percebemos que a Lua e o Sol voltam a se aproximar no céu, exibindo a fase quarto-minguante. No referencial heliocêntrico, a face da Lua voltada para a Terra está recebendo menos iluminação solar. Para finalizar, a Lua e o Sol ficam muito próximos no céu, voltando à fase de lua nova e no referencial heliocêntrico, a face da Lua que está voltada para a Terra está recebendo o mínimo de iluminação solar.

7.3 Simulando o movimento retrógrado de Marte no Astro 3D

Inicie o software Astro 3D e clique em *Local*, depois em *Outra* e, em seguida, insira as coordenadas geográficas de sua cidade. Depois insira o planeta *Marte*, a

constelação de *Escorpião* no software e a data 23/02/2016 às 08:00, clique em *Visualizar Movimento Aparente* e em *Visualizar Movimento Real*. Na tela de movimento no referencial heliocêntrico, insira o planeta *Marte* e a *Terra*. Em seguida, clique em *horas* e faça o rastro dos astros até que a constelação de *Escorpião* fique em uma posição que possa ser melhor visualizada no céu. Após esta etapa, responda:

1) *Ao fazer o rastro dos astros de dez em dez dias siderais até o dia 22/05/2016, o que acontece com o movimento de Marte no céu? Marte está ficando mais próximo ou mais afastado das estrelas da constelação de Escorpião?*

2) *No referencial heliocêntrico, o que acontece com a posição da Terra em relação à Marte?*

3) *Continuando o rastro dos astros até o dia 10/08/2016, o que acontece com o movimento de Marte no céu? Marte está ficando mais próximo ou mais afastado das estrelas da constelação de Escorpião?*

4) *No referencial heliocêntrico, o que aconteceu com a posição da Terra em relação à Marte?*

5) *Para finalizar a simulação, faça o rastro dos astros até o dia 09/10/2016, o que aconteceu com o movimento de Marte no céu? O planeta vermelho está mais afastado ou mais próximo da constelação de Escorpião?*

6) *No referencial heliocêntrico, o que aconteceu com a posição da Terra em relação à Marte?*

Ao realizar corretamente os movimentos propostos, foi percebido que Marte mudou o seu movimento no céu, percorrendo um movimento retrógrado. Na tela de movimento no referencial heliocêntrico, percebemos que a Terra ultrapassou Marte no movimento de translação destes dois planetas em suas órbitas em relação ao Sol. É importante que o professor mostre aos alunos que este é apenas um movimento aparente e que foi muito importante para a comprovação do sistema heliocêntrico e das leis de Kepler.

8 O questionário diagnóstico

Questionário diagnóstico das aulas de Astronomia

Aluno (a): _____ nº: ____ Série: _____

Professor: _____

A sequência didática “O uso do software Astro 3D para o ensino de Astronomia na educação básica” foi aplicada nas aulas deste bimestre, por isto a nossa avaliação será de acordo com esta sequência didática. Espero que tenham compreendido os conceitos abordados. Sucesso!

- 1) Imagine que você vive na pré-história. Uma época difícil para o homem, com vários predadores ao seu redor, distâncias enormes até locais melhores para se alimentar ou esconder do frio, chuva ou calor intenso. De que maneira você poderia usar a observação do céu a seu favor?

- 2) Complete o texto abaixo com os conceitos que você aprendeu nas aulas:

Durante um ____, a Terra executa o movimento de _____ ao redor do ____.

Muitas pessoas acham que o ____ gira ao redor da ____, porém este movimento que vemos no céu é apenas aparente. Neste movimento aparente, o Sol nasce no ____ e se põe no _____, percorrendo no céu um caminho que chamamos de _____, porque é a região onde a Lua se localiza nos eclipses. As constelações do _____ também percorrem (aparentemente) este caminho no céu, assim como os planetas e a Lua. Isto se deve ao fato de estarmos olhando para uma esfera imaginária no céu, chamada de esfera _____.

3) Observe a figura abaixo e depois responda as questões:

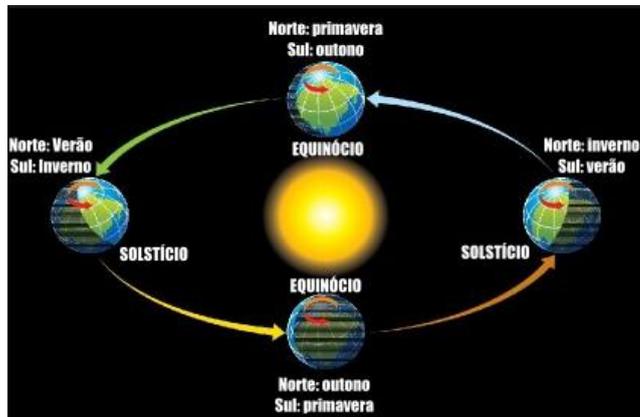


Figura 46 - As estações do ano.
Fonte: Brasil Escola (2016).⁶

a) Muitas pessoas dizem que o verão é o resultado da maior aproximação da Terra e do Sol, e o inverno é causado pelo maior afastamento destes dois astros. Como você explicaria para estas pessoas a causa das estações do ano?

b) Observando a imagem e lembrando da aplicação do software Astro 3D, qual a relação entre as estações do ano e o nosso calendário?

⁶ Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/estacoes-ano.htm>>. Acesso em: 12 jul. 2016.

4) Observe a imagem abaixo e responda as perguntas:

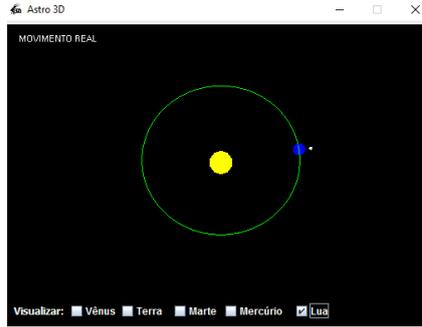


Figura 47 - Os movimentos da Terra, Lua e Sol no referencial heliocêntrico.
 Fonte: Feito pelo autor através do Astro 3D.

a) Qual a fase da Lua que é representada na figura? Justifique sua resposta.

b) Por que não vemos a outra face da Lua? Justifique sua resposta.

c) Escreva abaixo de cada figura, a fase da Lua que está sendo apresentada:

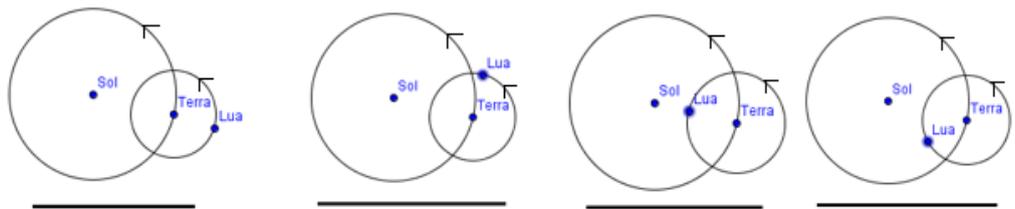


Figura 48 – Representação das fases da Lua.
 Fonte: Feito pelo autor.

d) Qual eclipse ocorre na fase da lua nova? Justifique a sua resposta.

Diante da vastidão do tempo e da imensidão do universo, é um imenso prazer para mim dividir um planeta e uma época com você.

Carl Sagan

REFERÊNCIAS

BRASIL. PCNs+ **Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, MEC, 2002.

CANALLE, J. B. G. **O problema do Ensino da Órbita da Terra**. São Paulo: Física na Escola, v. 4, n. 2, p. 12-16, 2003.

DELIZOICOV, D. **Conhecimento, tensões e transições**. 1991. 219f. Tese de doutorado (Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

INCT-A. **Curso de Aperfeiçoamento em Astronomia para a Docência- A face oculta da Lua**. Disponível em:
<<https://www.youtube.com/watch?v=f3l04WSsyc>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

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

OLIVEIRA, M. F. O. SARAIVA. **Astronomia e Astrofísica**. 3. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2014. V.1 3ª ed., 780f.

O Pálido Ponto Azul. Disponível em:
<<https://www.youtube.com/watch?v=tRjVDOgGJ8Y>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

SOARES, Domingos SL. A Real Importância de Sobral na Ciência Moderna. **Bulletin of the Astronomical Society of Brazil**, v. 25, n. 2, p. 21-29, 2006.

TELECURSO 2000. **Telecurso-Aula 27-Ciências**. Disponível em:
<<https://www.youtube.com/watch?v=bLjoCf1RpeQ>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

TV ESCOLA. **ABC da Astronomia [27] Zodíaco**. Disponível em:
<<https://www.youtube.com/watch?v=5eyZA0K2Q4I>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

TV ESCOLA. **ABC da Astronomia – Heliocentrismo**. Disponível em:
<<https://www.youtube.com/watch?v=6xC7oYbudaE>>. Acesso em: 20 nov. 2016.