



SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ENSINO DE TÓPICOS DE ASTRONOMIA: Dia/Noite e as Estações do Ano

Créditos: Nick Hague, NASA.

CRISTIANO DE OLIVEIRA ANDRADE

CRISTIANO DE OLIVEIRA ANDRADE

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ENSINO DE TÓPICOS DE ASTRONOMIA:

Dia/Noite e as Estações do Ano

Produto Educacional desenvolvido no âmbito do
Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física
da Universidade Federal Fluminense (UFF/VR).

Orientador:

Ladálio da Silva

Volta Redonda, RJ.

2020

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Conteúdo do Currículo Mínimo de Física da SEEDUC/RJ.....	11
Figura 2: O que é um mapa mental?	50
Figura 3: Mapa mental: Rotação	50
Figura 4: Mapa mental: Física.....	51
Figura 5: Página inicial do sítio eletrônico Educação em Astronomia da UNL	52
Figura 6: Simulador de Estações.....	52
Figura 7: Outras visões do simulador de Estações	53
Figura 8: Tela inicial do Solar System Scope.	55
Figura 9: Seção visão	56
Figura 10: Ícone configuração de exibição da seção de configurações	56
Figura 11: Ícone configurações do sistema da seção de configurações	57
Figura 12: Ícone localização geográfica da seção de configurações.....	57
Figura 13: Seção caixa de busca	57
Figura 14: Barra de tempo.....	58
Figura 15: Escolha do dia e horário	58
Figura 16: Barra de escala.....	58
Figura 17: Sítio eletrônico Educação em Astronomia da UNL	59
Figura 18: Ícone Coordenadas e moções do Explorador do horário de verão.	59
Figura 19: Tela inicial do Explorador do horário de verão	60
Figura 20: Imagem aérea do CEAP (Quatis/RJ)	61
Figura 21: Translação e as estações do ano.....	66
Figura 22: Movimento diurno aparente do Sol	67
Figura 23: Início das estações do ano.....	68
Figura 24: O modelo geocêntrico de Aristóteles.....	73
Figura 25: A Terra e os demais planetas giram em torno do Sol	73
Figura 26: Representação da órbita elíptica de um planeta ao redor do Sol	74
Figura 27: Em intervalos de tempos iguais, as áreas “varridas” pela linha que liga o planeta ao Sol também são iguais.	75
Figura 28: Mapa conceitual acerca dos modelos históricos astronômicos do Universo.....	77
Figura 29: Movimento de rotação da Terra.....	78
Figura 30: “Dia” e “noite” no Brasil	78
Figura 31: Translação da Terra.	79
Figura 32: Solstício de verão no hemisfério sul.....	80
Figura 33: Incidência da radiação solar na superfície terrestre para um observador no hemisfério norte durante o solstício de inverno neste hemisfério	80
Figura 34: Início do outono no hemisfério sul	81
Figura 35: Solstício de inverno no hemisfério sul.....	81
Figura 36: A incidência da radiação solar nos hemisférios.....	82
Figura 37: Início da primavera no hemisfério sul	82
Figura 38: A Terra durante os solstícios equinóctios	83
Figura 39: O “percurso” do Sol.....	84
Figura 40: A máxima altura solar nos solstícios e equinóctios	85
Figura 41: “Círculo” de luz vindo do sol demarcando a área A’ sobre a qual a luz é espalhada no solstício de inverno e verão respectivamente	86

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	4
SEQUÊNCIA DIDÁTICA	6
Recursos utilizados	10
APÊNDICE I – ROTEIRO DO PROFESSOR.....	11
1º ENCONTRO	12
2º ENCONTRO	17
3º ENCONTRO	20
4º ENCONTRO	22
5º ENCONTRO	25
6º ENCONTRO	27
APÊNDICE II – ROTEIRO DO ALUNO.....	29
Atividade 1 – ORIENTAÇÃO PELO SOL.....	30
ROSA DOS VENTOS.....	31
Atividade 2 – INCIDÊNCIA DOS RAIOS DO SOL.....	32
Atividade 3 – MODELO GEOCÊNTRICO	34
Atividade 4 – MODELO HELIOCÊNTRICO	35
Atividade 5 – LEIS DE KEPLER	36
Atividade 6 – APROFUNDAMENTO DAS LEIS DE KEPLER	37
Atividade 7 – DURAÇÃO DO DIA/NOITE.....	39
Atividade 8 – DIA/NOITE E AS ESTAÇÕES	41
ARTIGO CIENTÍFICO	42
AVALIAÇÃO DE FÍSICA	45
AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DA UEPS	47
APÊNDICE III – MATERIAIS E ESTRATÉGIAS PARA O PROFESSOR	48
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	48
MAPA MENTAL	50
SIMULADOR DE ESTAÇÕES DA UNL	52
SOLAR SYSTEM SCOPE	55
EXPLORADOR DO HORÁRIO DE VERÃO DA UNL	59
APÊNDICE IV – GABARITO DAS ATIVIDADES PROPOSTAS AOS ALUNOS	61
Gabarito da Atividade 1 – ORIENTAÇÃO PELO SOL	61
Gabarito da Atividade 2 – INCIDÊNCIA DOS RAIOS DO SOL	62
Gabarito da Atividade 3 – MODELO GEOCÊNTRICO	63
Gabarito da Atividade 4 – MODELO HELIOCÊNTRICO	63
Gabarito da Atividade 5 – LEIS DE KEPLER	64
Gabarito da Atividade 6 – APROFUNDAMENTO DAS LEIS DE KEPLER	64
Gabarito da Atividade 7 – DURAÇÃO DO DIA/NOITE.....	65
Gabarito da Atividade 8 – DIA/NOITE E AS ESTAÇÕES.....	66
Gabarito da AVALIAÇÃO DE FÍSICA.....	67
APÊNDICE V – RESUMO.....	69
Da base teórica da sequência didática	69
Sobre os conceitos de astronomia abordados	73
REFERÊNCIAS	89

INTRODUÇÃO

Considerada uma das mais antigas das ciências, a Astronomia instiga a curiosidade de diferentes faixas etárias e contextos. Juntamente com essa potencialidade motivadora, pode-se observar na prática docente que os alunos trazem consigo diversas concepções naturais sobre o universo, confrontando-nos constantemente com diversas questões ligadas à Astronomia.

Historicamente, lecionar Física, particularmente em escolas públicas no Brasil, é um desafio contínuo. Além de questões estruturais, de uma carga horária reduzida para atender um currículo extenso e muitas vezes distante dos anseios do aprendiz, depara-se com alunos insatisfeitos e desmotivados em sala de aula, sendo esta desmotivação o mais preocupante. Nesse sentido, Moreira (2019) chama a atenção para um ensino de Física que “estimula a aprendizagem mecânica” e que, mesmo estando no século XXI, a Física ensinada nos dias atuais ainda têm características do século passado.

À vista disso, este produto educacional traz uma proposta de sequência didática para o ensino e aprendizagem acerca de tópicos de astronomia, discutidos na disciplina de Física, com foco na nos fenômenos dia/noite e estações do ano, decorrentes da relação Terra/Sol. Este trabalho (ANDRADE, 2020) foi desenvolvido durante o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), entre março de 2018 e março de 2020, no polo 15 – UFF/IFRJ sob a responsabilidade da Universidade Federal Fluminense (UFF) localizada no município de Volta Redonda.

A aplicação desse produto educacional deu-se no Colégio Estadual Américo Pimenta (Quatis/RJ) em duas turmas de 1º ano do Ensino Médio regular. Os conteúdos em questão integram o Currículo Mínimo de Física da Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro, especificamente para turmas de ensino regular do 1º ano do Ensino Médio durante o 1º bimestre do ano letivo.

A sequência didática é fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS)¹ proposta pelo psicólogo educacional estadunidense David Paul Ausubel (apud MOREIRA, 2019). Nesse processo, diferentemente da aprendizagem mecânica, na qual os alunos simplesmente copiam e decoram conteúdos para realizar provas marcadas, mas que logo são esquecidos, na aprendizagem significativa uma nova informação se relaciona com conceitos relevantes preexistentes na estrutura de conhecimentos do aluno, requerendo nesse processo materiais e estratégias bem estruturadas e organizadas e que se relacionem com a

¹ <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>

bagagem com de conhecimentos prévios do aprendiz e que este disponha de uma pré-disposição para a aprendizagem (MOREIRA, 2019).

Esta sequência didática foi elaborada com base nas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)², cujos passos para a construção são estabelecidos pelo professor de Física brasileiro Marco Antônio Moreira (2011). Partindo da proposição de que “só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa” (MOREIRA, 2011), esta sequência didática tem como intenção contribuir para modificar, pelo menos em parte, o cenário da educação brasileira.

Maiores detalhes sobre o desenvolvimento, estratégias, fundamentação teórica e aplicação da sequência didática podem ser obtidas no trabalho de conclusão de curso intitulado **“PROPOSTA DE UEPS PARA ENSINO DE TÓPICOS DE ASTRONOMIA: Dia/Noite e as Estações do Ano”** do professor Cristiano de Oliveira Andrade com orientação do professor Doutor Ladário Silva.

Espera-se, no entanto que apenas este Produto Educacional seja satisfatório para a compreensão desse trabalho, podendo ser aplicado, dando-se os devidos créditos, por outros professores em suas aulas se assim desejarem, seja no todo ou em parte, podendo se adequar de acordo com sua própria realidade.

Este produto educacional desenvolvido constitui-se de uma sequência didática, composto de um manual de aplicação para o professor (APÊNDICE I), de um roteiro das atividades propostas aos alunos (APÊNDICE II), seguido de orientações e explicações quanto aos materiais e estratégias (APÊNDICE III) utilizadas no decorrer das aulas, dispondo também de gabaritos para as atividades propostas aos alunos (APÊNDICE IV) a fim de permitir ao aplicador um melhor direcionamento à sequência didática e finalmente, é apresentado um breve resumo da base teórica da sequência didática e sobre os conceitos de astronomia abordados (APÊNDICE V).

²<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Duração estimada: 12 aulas de 50 minutos cada.

Objetivo: Abordar tópicos de astronomia, discutidos na disciplina de Física, com foco nos fenômenos dia/noite e as estações do ano.

1. TÓPICO(S) ESPECÍFICO(S):

- Dia/noite;
- Estações do ano.

Objetivos específicos:

- Analisar os modelos históricos astronômicos do Universo;
- Entender os movimentos de rotação e translação da Terra;
- Perceber a existência do dia/noite/ano terrestre;
- Relacionar a duração do dia/noite aos equinócios e solstícios;
- Compreender a razão para a existência das estações do ano.

2. ATIVIDADES INICIAIS (1 aula)

Os alunos serão incentivados a construir em duplas, mapas mentais. Um dos mapas terá como palavras centrais “**dia/noite**” e o outro, “**estações do ano**”. O objetivo é levantar conhecimentos prévios (o que os alunos sabem) sobre esses tópicos. Os mapas construídos serão entregues ao professor e farão parte da avaliação formativa³.

Em um segundo momento, os alunos analisarão em pequenos grupos através de um roteiro investigativo o “movimento” do sol em uma atividade externa. Esperamos que este “movimento”, bem como o pôr e o nascer do sol, muito das vezes não observado, seja analisado e discutido.

³ “É aquela que avalia o progresso do aluno ao longo de uma fase de sua aprendizagem” (MOREIRA, 2011).

3. SITUAÇÕES-PROBLEMA (1 aula)

Em seguida, algumas situações problemas serão discutidas oralmente com toda a turma com a mediação docente. Além de estimular a curiosidade dos alunos, essas situações funcionarão como organizadores prévios⁴, fazendo uma “ponte” entre aquilo que os alunos sabem e aquilo que se deseja que eles aprendam:

- a)** Enquanto no Brasil é dia, no Japão também é? (Obs.: Qual o formato da Terra?)
- b)** O relógio agora marca (hora atual). O estado brasileiro do Acre, por exemplo, está no mesmo horário?
- c)** Como vocês descreveriam o clima durante a época de Natal aqui na cidade de (nome da cidade)? Os norte-americanos o descreveriam do mesmo modo?
- d)** Como vocês definem “verão”? Ele ocorre em toda a Terra? O que o difere do “inverno”?
- e)** O verão é mais quente que o inverno por que o Sol está mais próximo da Terra e no inverno mais distante?
- f)** A quantidade de luz que o planeta Terra recebe do Sol varia ao longo dos meses?

Posteriormente, os alunos irão explorar a incidência dos raios do sol na superfície terrestre através da simulação computacional intitulada “Simulador de Estações”⁵, desenvolvida pelo Grupo de Educação em Astronomia⁶ da Universidade de Nebraska-Lincoln (LEE, 2019a).

Visto que uma UEPS faz parte de um dinamismo contínuo, pode ser proposta uma situação problema em longo prazo. Em pequenos grupos, os alunos deverão observar e fotografar (de um mesmo ponto) ao longo do ano o nascer e o por do Sol (O Sol nasce sempre no Leste e se põe sempre no Oeste?) relacionando essas observações com os fenômenos dia/noite e as estações do ano. Esta atividade também poderá fazer parte da avaliação formativa.

⁴ São materiais introdutórios que na prática podem ser mais efetivos quando explicitam a relacionabilidade entre novos conhecimentos e aqueles existentes na estrutura cognitiva do aluno (MOREIRA 2011).

⁵ <https://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/eclipticsimulator.html>

⁶ No endereço <<https://astro.unl.edu/>> podem ser obtidas animações e Simulações em *Flash* para o ensino de astronomia. Os tópicos incluem estações do ano, fases da lua, duração das horas do dia, entre outros.

4. APROFUNDAMENTO (4 aulas)

Após as situações iniciais, será dada aos alunos uma visão geral, abordando aspectos específicos do universo. Utilizando em seus celulares o aplicativo gratuito Solar System Scope⁷, os alunos guiados por roteiros investigativos descobrirão aspectos importantes dos modelos históricos astronômicos do universo (geocentrismo x heliocentrismo) para a compreensão dos movimentos de rotação e translação da Terra, associando-os a existência dos dias/noites e a duração do ano terrestre. Essas atividades de descoberta serão reforçadas, com a mediação docente, através de uma abordagem expositiva e dialogada.

Ao final será proposta uma atividade colaborativa. A turma será dividida em pequenos grupos e estes apresentarão ao grande grupo as principais ideias dos modelos geocêntrico e heliocêntrico, ficando livre para incluir outras informações pertinentes aos tópicos específicos. Esta atividade será entregue ao professor para avaliação formativa.

5. NOVA SITUAÇÃO-PROBLEMA (3 aulas)

Os alunos investigarão a relação entre a duração do dia/noite e buscarão entender o significado dos termos equinócios e solstícios utilizando a simulação computacional intitulada “Explorador do horário de verão”⁸ da UNL (LEE, 2019b), reconciliando em seguida, através de uma aula expositiva e dialogada, alguns aspectos já analisados sobre a incidência dos raios do Sol na superfície terrestre, devido à declinação da órbita, os movimentos de rotação e translação, a duração dos fenômenos dia/noite e os termos solstícios/equinócios, com o intuito de identificar as estações do ano nos hemisférios e relacioná-las com a declinação da órbita.

Os conceitos serão novamente apresentados através do vídeo (1:50 minutos iniciais, aproximadamente), intitulado “Espaço Nave Terra – Semana 01” da série francesa Espaçonave Terra (Tous Sur Orbite) exibida no Brasil pela TV Escola (2004), podendo ser acessado em <<https://www.youtube.com/watch?v=2M5NgPg-szs>>, buscando assim, reforçar a razão para a existência das estações do ano.

⁷ A função *offline* do aplicativo é paga, no entanto, a versão *online* para *Desktop* pode ser encontrada no endereço <https://www.solarsystemscope.com/>. A versão móvel também está disponível gratuitamente.

⁸ <https://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/daylighthoursexplorer.html>

Posteriormente será exibido o vídeo intitulado “Rede Globo reforça ignorância científica - Jornal Nacional” (2012, apud ORTELAN, 2012), que menciona fatos relacionados ao início de uma determinada estação do ano, podendo ser acessado através do link <<https://www.youtube.com/watch?v=H2aq1-48R4c>>.

Os alunos serão incentivados a debater sobre o artigo científico (adaptado parcialmente) “Por que a variação da distância Terra-Sol não explica as estações do ano?” (DIAS, W. S.; PIASSI, L. P. C., 2007) da Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, p. 325-329, relacionando-o ao vídeo apresentado.

6. RECONSTRUÇÃO DOS MAPAS MENTAIS (1 aula)

Os alunos irão reconstruir, em duplas, os mapas mentais sobre os tópicos dia/noite e estações do ano e compará-los com os mapas construídos na primeira aula. Os mapas serão trocados entre as duplas para que sejam feitas comparações e alguns dos mapas serão apresentados para toda a turma. Os mapas reconstruídos serão entregues ao professor e também farão parte da avaliação formativa da UEPS.

7. AVALIAÇÃO INDIVIDUAL (1 aula)

Será realizada uma avaliação individual envolvendo os tópicos específicos da unidade.

8. AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DA UEPS (1 aula)

Verificação de indícios de aprendizagem significativa ao longo da UEPS e análise dos alunos sobre o seu próprio aprendizado.

9. AVALIAÇÃO DA UEPS

Ao final dos encontros o professor fará uma análise qualitativa sobre a UEPS e sobre as ocorrências que evidenciam uma aprendizagem significativa. Serão consideradas a avaliação formativa (desenvolvimento do aluno ao longo do processo de ensino), a avaliação somativa individual (prova final) e a avaliação feita pelos alunos na aula anterior acerca das estratégias e materiais utilizados pelo professor e seu próprio aprendizado.

Recursos utilizados

Os recursos utilizados no decorrer das aulas constam de:

- ✓ Notebook com rede wi-fi (Requisitos mínimos de sistema - SO: Windows 7 / Windows 8.1 / Windows 10 / Mac OS X; Processador: Intel Core 2 Duo 1.8 GHz ou AMD Athlon X2 64 2.0 GHz; Memória: 2GB RA);
- ✓ Projetor multimídia;
- ✓ “Simulador de Estações” em *Flash* desenvolvido pelo grupo Educação em Astronomia da Universidade de Nebraska-Lincoln (UNL);

Fonte:

<https://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/eclipticsimulator.html>

- ✓ “Explorador do horário de verão” em *Flash* - UNL;

Fonte:

<https://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/daylighthoursexplorer.html>

- ✓ Aplicativo Solar System Scope;

Fonte: <https://www.solarsystemscope.com/>

- ✓ Roteiros investigativos para as simulações e demais atividades;

Fonte: Elaborados pelo autor.

- ✓ Vídeo “Rede Globo reforça ignorância científica – Jornal Nacional”;

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=H2aq1-48R4c>

- ✓ Vídeo “Espaçonave Terra – Semana 01”;

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=2M5NgPg-szs>

- ✓ Artigo científico “Por que a variação da distância Terra-Sol não explica as estações do ano?”;

Fonte:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1806-11172007000300003&lng=pt&nrm=iso

- ✓ Slides sobre os modelos históricos do universo e as Leis de Kepler.

Disponível em:

< <https://drive.google.com/open?id=1YYXhPpwnGlJD1cS5l9xTwglG4wwa6hJm> >

Fonte: Elaborados pelo autor.

APÊNDICE I – ROTEIRO DO PROFESSOR

Caro professor,

Esse roteiro é destinado a orientá-lo na aplicação de uma sequência didática elaborada para o ensino e aprendizagem de tópicos de astronomia, discutidos na disciplina de Física, com foco na existência dos fenômenos dia/noite e as estações do ano, decursivos da relação Terra/Sol.

Os tópicos a serem discutidos (Figura 1) constam no Currículo Mínimo de Física da Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC/RJ), especificamente para turmas do 1º ano do Ensino Médio regular durante o 1º bimestre do ano letivo.

Habilidades e Competências	- Saber comparar as ideias do Universo geoestático de Aristóteles-Ptolomeu e heliostático de Copérnico-Galileu-Kepler.
	- Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia/noite, estações do ano, fases da Lua, eclipses, marés etc.).

Figura 1: Conteúdo do Currículo Mínimo de Física da SEEDUC/RJ.

Fonte: Currículo Mínimo de Física do Governo do Estado do Rio de Janeiro / Secretaria de Estado de Educação – 1º ano do Ensino Médio regular – Página 5.

1. TÓPICOS ESPECÍFICOS

- Dia/noite;
- Estações do ano.

Pautado nesses tópicos, definiu-se os objetivos específicos a serem alcançados:

- ✓ Analisar os modelos históricos astronômicos do Universo;
- ✓ Entender os movimentos de rotação e translação da Terra;
- ✓ Perceber a existência do dia/noite/ano terrestre;
- ✓ Relacionar a duração do dia/noite aos equinócios e solstícios;
- ✓ Compreender a razão para a existência das estações do ano.

PRIMEIRO ENCONTRO

Tempo estimado: 100 minutos

Serão apresentadas nesse primeiro encontro algumas atividades iniciais que além de estimular a curiosidade buscam levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os tópicos específicos da unidade. A fim de descobrir o que sabem acerca dos fenômenos astronômicos dia/noite e as estações do ano, os alunos serão incentivados a construir mapas mentais e a discutir algumas situações problema cotidianas ou eventuais dos habitantes terrestres. Em pequenos grupos, analisarão o movimento aparente do sol em uma atividade externa. Esperamos que este “movimento”, bem como o pôr e o nascer do sol, muito das vezes não observado, seja analisado e discutido. Por fim, analisarão em nível introdutório a incidência da radiação solar na superfície terrestre através de simulação computacional.

Recursos das aulas 1 e 2

Os recursos utilizados nas aulas 1 e 2 constam de:

- ✓ Projetor multimídia;
- ✓ Notebook com rede wi-fi;
- ✓ “Simulador de Estações” desenvolvido pelo grupo Educação em Astronomia da UNL;
- ✓ Cópias das atividades descritas na tabela 1 abaixo.

Tirar cópias (roteiro do aluno)

De que? (Título da atividade)	De que forma?
Atividade 1 - ORIENTAÇÃO PELO SOL	Grupo
Texto explicativo - ROSA DOS VENTOS	Grupo
Atividade 2 - INCIDÊNCIA DOS RAIOS DO SOL	Dupla

Tabela 1: Reprodução das atividades para o 1^a encontro.

A seguir estão descritas as etapas e procedimentos do 1º encontro:

2. ATIVIDADES INICIAIS

I. MAPA MENTAL

Objetivo: Construir mapas mentais para levantar conhecimentos prévios.

1. Com o objetivo de identificar o que os alunos sabem sobre os tópicos específicos da unidade de ensino serão utilizados mapas mentais. No APÊNDICE III encontram-se explicações e exemplos para a construção de um MAPA MENTAL.
2. Após explicar o que é um mapa mental, exemplifique no quadro branco a construção de um mapa mental com uma palavra-chave sugerida pela turma.

Tempo estimado: 5 minutos

3. Ainda no quadro, construa um mapa mental juntamente com a turma, tendo como sugestão a frase-chave: “*O que vemos no céu?*”

Tempo estimado: 2 minutos

4. Solicite que os alunos construam, em duplas, dois mapas mentais: um tendo como palavras centrais “**dia/noite**” e o outro, “**estações do ano**”.

Tempo estimado: 25 minutos

5. Os mapas construídos pelas duplas farão parte da **avaliação formativa** e deverão ser recolhidos.

II. ORIENTAÇÃO ATRAVÉS DO SOL

Objetivo: Analisar seu movimento aparente diurno do Sol.

1. Leve a turma para uma área externa à sala de aula e divida-os em pequenos grupos (4 ou 5 alunos) para a realização da Atividade 1 - ORIENTAÇÃO PELO SOL que se encontra no roteiro do aluno (APÊNDICE II).

Tempo estimado: 20 minutos

2. Faça a correção em grande grupo da atividade 1, conforme gabarito sugerido no APÊNDICE IV.

Tempo estimado: 4 minutos

3. Distribua aos grupos o texto ROSA DOS VENTOS que se encontra no roteiro do aluno (APÊNDICE II) e explique para os alunos o que é a “rosa dos ventos”.

Tempo estimado: 3 minutos

4. Ensine para a turma como se orientar através do Sol e solicite que localizem os pontos cardinais tendo como referência a Escola, discutindo em grande grupo a incidência dos raios do Sol associado ao seu movimento diurno aparente.

Tempo estimado: 5 minutos

III. TAREFA 1

Objetivo: Reforçar os conceitos aprendidos.

1. Solicite que os alunos entreguem no próximo encontro um rascunho arquitetônico de sua casa, informando para quais pontos cardinais (ou colaterais) as partes (lados) de sua casa estão voltadas, representando o “movimento” do Sol ao longo do dia sobre a residência.

3. SITUAÇÕES PROBLEMA

I. PROBLEMAS COTIDIANOS

Objetivo: Levantar conhecimentos prévios e estimular o interesse.

1. Com a mediação docente, alguns questionamentos (que leve em consideração o conhecimento prévio do aluno) devem ser debatidos oralmente com toda a classe, sem que se chegue efetivamente em conceitos finais:

- a) Enquanto no Brasil é dia, no Japão também é? (Obs.: Qual o formato da Terra?)
- b) O relógio agora marca (hora atual). O estado brasileiro do Acre, por exemplo, está no mesmo horário?
- c) Como vocês descreveriam o clima durante a época de Natal aqui na cidade de (nome da cidade)? Os norte-americanos o descreveriam do mesmo modo?
- d) Como vocês definem “verão”? Ele ocorre em toda a Terra? O que o difere do “inverno”?
- e) O verão é mais quente que o inverno por que o Sol está mais próximo da Terra e no inverno mais distante?
- f) A quantidade de luz que o planeta Terra recebe do Sol varia ao longo dos meses?

Tempo estimado: 5 minutos

II. INCIDÊNCIA DOS RAIOS DO SOL NA TERRA

Objetivo: Analisar a incidência da iluminação recebida pelo planeta Terra.

1. Distribua, em duplas, a Atividade 2 - INCIDÊNCIA DOS RAIOS DO SOL que se encontra no roteiro do aluno (APÊNDICE II) e realize junto à turma um breve tutorial do “Simulador de Estações”, conforme exemplificado no APÊNDICE III.

Tempo estimado: 3 minutos

2. Em seguida, os alunos devem realizar o roteiro investigativo utilizando a simulação.

Tempo estimado: 20 minutos

3. Faça a correção desta atividade em grande grupo aparando as possíveis arestas. No APÊNDICE IV é apresentado o gabarito desta atividade.

Tempo estimado: 4 minutos

Dica para o professor: Após a correção solicite que os alunos guardem consigo o roteiro investigativo, já que os mesmos serão utilizados no 4^a encontro.

IV. TAREFA 2

Objetivo: Analisar o nascer e o pôr do Sol.

1. Proponha outra situação problema em longo prazo. Os alunos, em grupos de 4 ou 5 alunos, deverão observar (de um mesmo ponto) ao longo do ano o nascer e o pôr do Sol (O Sol nasce sempre no Leste e se põe sempre no Oeste?). Essas observações deverão ser registradas por fotografias mensais e entregues posteriormente (em data marcada pelo professor) para análise e discussão em grande grupo. Essa tarefa tem por objetivo reconciliar alguns conceitos analisados ao longo das aulas sobre os tópicos específicos e também fará parte da **avaliação formativa**.

Dica ao professor: Direcione para que os registros sejam feitos entre os dias 20 a 24 de cada mês (período aproximado do início das estações do ano).

V. DOWNLOAD DO APLICATIVO

Objetivo: Fazer em casa o download do aplicativo Solar System Scope.

1. Solicite que os alunos façam o download do aplicativo Solar System Scope em seus aparelhos de celular para o próximo encontro.

Dica ao professor: Os alunos devem trazer seus celulares devidamente carregados com bateria suficiente para a utilização do aplicativo durante as duas aulas da semana seguinte.

SEGUNDO ENCONTRO

Tempo estimado: 100 minutos

No segundo encontro será dada uma visão geral dos modelos históricos astronômicos do universo (geocentrismo x heliocentrismo) com o auxílio do aplicativo gratuito Solar System Scope. Os alunos poderão compreender os movimentos de rotação e translação da Terra, associando-os a existência dos dias/noites e a duração do ano terrestre.

Recursos das aulas 3 e 4

Os recursos utilizados nas aulas 3 e 4 constam de:

- ✓ Projetor multimídia;
- ✓ Notebook;
- ✓ Slides sobre os modelos históricos do universo (slides 1 a 20);
`<https://drive.google.com/open?id=1YYXhPpwnGlJD1cS5l9xTwglG4wwa6hJm>`
- ✓ Aplicativo Solar System Scope;
- ✓ Cópias das atividades descritas na tabela 2 abaixo.

Tirar cópias (roteiro do aluno)

De que? (Título da atividade)	De que forma
Atividade 3 – MODELO GEOCÊNTRICO	DUPLA
Atividade 4 – MODELO HELIOCÊNTRICO	DUPLA
Atividade 5 – LEIS DE KEPLER	DUPLA

Tabela 2: Reprodução das atividades para o 2º encontro.

A seguir estão descritas as etapas e procedimentos do 2º encontro:

4. APROFUNDAMENTO

I. SOLAR SYSTEM SCOPE

Objetivo: Tutorial do aplicativo.

1. Faça (em casa) o download do aplicativo Solar System Scope no notebook para que o mesmo seja projetado, podendo também ser utilizado online.

2. Inicie a aula questionando oralmente aos alunos:

Como você imagina que seja a relação Terra/Sol?

Tempo estimado: 3 minutos

3. Apresente à turma um breve tutorial do Solar System Scope para que os alunos se ambientalizem com o aplicativo e com suas funções, detalhadas no APÊNDICE III.

Tempo estimado: 5 minutos

II. GEOCENTRISMO

Objetivo: Compreender aspectos históricos importantes do modelo geocêntrico.

1. Separe a turma em duplas e distribua a Atividade 3 – MODELO GEOCÊNTRICO, que se encontra no roteiro do aluno (APÊNDICE II), para que seja realizada com o auxílio do aplicativo.

Tempo estimado: 15 minutos

Dica ao professor: Ao entrarem no aplicativo, o sistema apresenta inicialmente uma visão heliocêntrica. Eles devem clicar na primeira opção (visão) do lado esquerdo da tela, escolher a opção “*Planet System*” (Sistema planetário) e em seguida clicar na opção Terra.

2. Os questionamentos devem ser procedidos de uma breve aula expositiva dialogada com conceitos históricos sobre a visão geocêntrica (Platão, Aristóteles e Ptolomeu), conforme sugerem os slides 1 a 5.

Tempo estimado: 10 minutos

4. Faça a correção da atividade 3 em grande grupo apurando as possíveis arestas. O gabarito consta no APÊNDICE IV.

Tempo estimado: 5 minutos

Dica ao professor: Em seguida, solicite que os alunos retornem a visão heliocêntrica.

III. HELIOCENTRISMO

Objetivo: Compreender aspectos históricos importantes do heliocentrismo.

1. Distribua as duplas a Atividade 4 - MODELO HELIOCÊNTRICO, que se encontra no roteiro do aluno (APÊNDICE II), para que realizem o roteiro com o auxílio do aplicativo.

Tempo estimado: 25 minutos

2. Esses questionamentos também devem ser procedidos de uma breve aula expositiva dialogada com conceitos históricos sobre a visão heliocêntrica (Nicolau Copérnico, Tycho Brahe, Galileu Galilei e Giordano Bruno) com base nos slides de 6 a 20.

Tempo estimado: 15 minutos

3. Faça a correção da atividade 4 em grande grupo. O gabarito desta atividade consta no APÊNDICE IV.

Tempo estimado: 5 minutos

4. Entregue para as duplas a Atividade 5 - LEIS DE KEPLER, que se encontra no roteiro do aluno (APENDICE II), para a realização do roteiro com o auxílio do aplicativo.

Tempo estimado: 15 minutos

Dica ao professor: Solicite aos alunos que guardem consigo a atividade 5 para correção no encontro seguinte.

5. Por fim, deixe que os alunos “brinquem”, explorando o aplicativo.

TERCEIRO ENCONTRO

Tempo estimado: 100 minutos

Nesse terceiro encontro serão abordadas através de uma aula expositiva e dialogada as Leis de Kepler, estas de suma importância para a compreensão do movimento planetário atual. Em seguida de forma colaborativa, a turma será dividida em pequenos grupos e estes apresentarão aos demais as principais ideias dos modelos geocêntrico e heliocêntrico, ficando livre para incluir outras informações pertinentes aos modelos astronômicos estudados.

Recursos das aulas 5 e 6

Os recursos utilizados nas aulas 5 e 6 constam de:

- ✓ Slides sobre as Leis de Kepler (slides 21 a 25);
`<https://drive.google.com/open?id=1YYXhPpwnGlJD1cS5l9xTwglG4wwa6hJml>`
- ✓ Cópias das atividades descritas na tabela 3 abaixo.

Tirar cópias (roteiro do aluno)

De que? (Título da atividade)	De que forma?
Atividade 6 – APROFUNDAMENTO DAS LEIS DE KEPLER	DUPLA

Tabela 3: Reprodução das atividades para o 3º encontro.

A seguir estão descritas as etapas e procedimentos do 3º encontro:

I. LEIS DE KEPLER

Objetivo: Compreender as Leis de Kepler.

1. Sistematize as Leis de Kepler, conforme sugestão dos slides 22 a 26.

Tempo estimado: 40 minutos

2. Distribua, em duplas, a Atividade 6 – APROFUNDAMENTO DAS LEIS DE KEPLER que se encontra no roteiro do aluno (APÊNDICE II) e solicite que os mesmos realizem a atividade.

Tempo estimado: 20 minutos

3. Faça em grande grupo a correção da atividade 6 e do roteiro investigativo acerca das Leis de Kepler (atividade 5) realizados na aula anterior aparando as possíveis arestas. Os gabaritos dessas atividades constam no APÊNDICE IV.

Tempo estimado: 10 minutos

II. TAREFA 3

Objetivo: Trabalhar colaborativamente na troca de informações.

1. Separe a turma em pequenos grupos (4 ou 5 alunos) e incentive-os a fazer uma análise das principais ideias dos modelos históricos astronômicos estudados, ficando livres para incluir outras informações pertinentes aos tópicos específicos.

Tempo estimado: 20 minutos

2. Em seguida, os grupos devem apresentar aos demais seus trabalhos.

Tempo estimado: 10 minutos

Dica ao professor: Caso o tempo restante não seja suficiente, a apresentação dos trabalhos pode ser feita no início do encontro seguinte.

QUARTO ENCONTRO

Tempo estimado: 100 minutos

Nesse encontro os alunos analisarão através de simulação computacional a duração dos dias/noites nos hemisférios ao longo do ano buscando compreender o significado dos termos solstícios e equinócios. Por fim, através da inclinação do eixo de rotação da Terra poderão entender a ocorrência das estações do ano.

Recursos das aulas 7 e 8

Os recursos utilizados nas aulas 7 e 8 constam de:

- ✓ “Explorador do horário de verão” do grupo Educação em Astronomia da UNL;
- ✓ “Simulador de Estações” da UNL;
- ✓ Vídeo intitulado “Espaçonave Terra – Semana 01” disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=2M5NgPg-szs>
- ✓ Projetor multimídia e notebook com wi-fi;
- ✓ Cópias das atividades descritas na tabela 4 abaixo.

Tirar cópias (roteiro do aluno)

De que? (Título da atividade)	De que forma?
Atividade 7 – DURAÇÃO DAS HORAS DO DIA /NOITE	DUPLA
Atividade 8 - DIA/NOITE E AS ESTAÇÕES DO ANO	GRUPO
Artigo científico - “POR QUE A VARIAÇÃO DA DISTÂNCIA TERRA-SOL NÃO EXPLICA AS ESTAÇÕES DO ANO?”	INDIVIDUAL

Tabela 4: Reprodução das atividades para o 4º encontro.

A seguir estão descritas as etapas e procedimentos do 4º encontro:

5. NOVA SITUAÇÃO PROBLEMA

I. EXPLORADOR DAS HORAS DO DIA

Objetivo: Analisar a duração dos dias e das noites em diferentes latitudes.

1. Inicie questionando a turma:

Os dias e as noites têm sempre a mesma duração?

Tempo estimado: 3 minutos

2. Distribua, em dupla, a Atividade 7 – DURAÇÃO DAS HORAS DO DIA/NOITE que se encontram no roteiro do aluno (APENDICE II) e realize junto à turma um breve tutorial do “Explorador do horário de verão”. O APÊNDICE III apresenta as funcionalidades da simulação.

Tempo estimado: 3 minutos

3. Solicite que os alunos realizem o roteiro através da simulação.

Tempo estimado: 30 minutos

4. Faça a correção da atividade 7 em grande grupo apurando as possíveis arestas. É apresentado no APÊNDICE IV o gabarito desta atividade.

Tempo estimado: 5 minutos

II. AULA EXPOSITIVA

Objetivo: Identificar o início das estações do ano e a razão para sua existência.

1. Em uma aula expositiva e dialogada utilize o “Simulador de Estações” da UNL para identificar em grande grupo o início das estações do ano, relacionando-as à declinação da órbita (retome alguns termos já abordados como heliocentrismo, translação, solstícios/equinócios, incidência dos raios do Sol na superfície terrestre etc.).

Tempo estimado: 10 minutos

2. Em seguida, questione-os:

E se o planeta Terra não tivesse uma inclinação em seu eixo imaginário de rotação?

Tempo estimado: 2 minutos

Dica ao professor: Se o eixo de rotação da Terra não fosse inclinado ($23,5^\circ$ em relação à direção perpendicular ao plano da órbita) não teríamos estações bem definidas.

3. Exiba os 1:50 minutos iniciais, aproximadamente, do vídeo intitulado “Espaçonave Terra – Semana 01” disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=2M5NgPg-szs>.
Tempo estimado: 2 minutos

Dica ao professor: Discuta com a turma evidenciando a intensidade das áreas nas quais a luz do sol é espalhada no verão e no inverno nos diferentes hemisférios.

Tempo estimado: 5 minutos

III. ESTAÇÕES DO ANO

Objetivo: Discutir os fenômenos dia/noite e as estações do ano.

1. Divida a turma em duplas (ou pequenos grupos) para que realizem a Atividade 8 - DIA/NOITE E AS ESTAÇÕES que se encontra no roteiro do aluno (APÊNDICE II).

Tempo estimado: 20 minutos

2. Faça a correção da questão 1. O gabarito encontra-se no O APÊNDICE IV.

Tempo estimado: 5 minutos

3. Solicite que os grupos apresentem aos demais suas conclusões acerca da questão 2.

Tempo estimado: 5 minutos

IV. ARTIGO CIENTÍFICO

Objetivo: Reforçar a importância do eixo de inclinação terrestre.

1. Distribua individualmente cópia do artigo científico “POR QUE A VARIAÇÃO DA DISTÂNCIA TERRA-SOL NÃO EXPLICA AS ESTAÇÕES DO ANO?” da Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 3, p. 325-329, (2007), parcialmente adaptado, que se encontra no roteiro do aluno (APÊNDICE II), com acesso integral em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1806-11172007000300003&lng=pt&nrm=iso>. A leitura será iniciada em sala de aula para ser concluída no decorrer da semana.

QUINTO ENCONTRO

Tempo estimado: 100 minutos

Pensando em uma situação problema em um maior nível de complexidade os alunos devem associar o artigo científico “Por que a variação da distância Terra-Sol não explica as estações do ano?” da Revista Brasileira de Ensino de Física lido durante a semana ao vídeo intitulado “Rede Globo reforça ignorância científica - Jornal Nacional”.

Recursos da aulas 9 e 10

Os recursos utilizados nas aulas 9 e 10 constam de:

- ✓ Artigo Científico “Por que a variação da distância Terra-Sol não explica as estações do ano?” da Revista Brasileira de Ensino de Física parcialmente adaptado;
- ✓ Vídeo intitulado “Rede Globo reforça ignorância científica - Jornal Nacional” da Rede Globo de jornalismo disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=H2aq1-48R4c>;
- ✓ Mapas mentais construídos pelos alunos na aula 1.

A seguir estão descritas as etapas e procedimentos do 5º encontro:

I. TAREFA 4

Objetivo: Debater sobre o artigo associando-o ao vídeo exibido.

1. Exiba o vídeo intitulado “Rede Globo reforça ignorância científica - Jornal Nacional” da Rede Globo de jornalismo. O acesso pode ser feito através do link <<https://www.youtube.com/watch?v=H2aq1-48R4c>>

Tempo estimado: 1 minuto

Dica ao professor: A fala da apresentadora à existência (início) do inverno em nosso continente, desprezando em seu comentário a inclinação do eixo de rotação terrestre pode contribuir, erroneamente, para a ideia de que a distância Terra/Sol é responsável pelas estações do ano.

2. Distribua a turma em pequenos grupos e incentive-os a relacionar o artigo lido ao vídeo exibido.

Tempo estimado: 20 minutos

Dica ao professor: A proporção obtida por Dias e Piaassi (2007) $T_T = \propto d_{ST}^{-1/2}$ que relaciona a temperatura da Terra T_T e a distância Terra-Sol d_{ST} deduz uma diferença de temperatura esperada devido à variação da distância Terra-Sol entre o periélio ($T_T = (0,98)^{-1/2} \cong 1,01$) e o afélio ($T_T = (1,02)^{-1/2} \cong 0,99$) de cerca de 2%, não conseguindo explicar as estações do ano ou as altas variações de temperatura verificadas entre verão e inverno.

3. Um integrante deverá apresentar para toda a turma a opinião do grupo.

Tempo estimado: 10 minutos

4. Recolha o resumo que também irá fazer parte da **avaliação formativa**.

6. RECONSTRUÇÃO DOS MAPAS

1. Separe a turma em duplas (preferencialmente que sejam as mesmas duplas que construíram os mapas na aula 1) e incentive-os para que (re)construam, em duplas, dois mapas mentais: um sobre o “**dia/noite**” e outro sobre as “**estações do ano**”.

Tempo estimado: 25 minutos

2. Distribua os mapas que foram construídos na aula 1 para que as duplas façam comparações entre os mapas que acabaram de construir com os que foram construídos na aula 1, podendo ser trocados entre si para que as outras duplas façam comparações e deem sugestões.

Tempo estimado: 10 minutos

3. Incentive-os para que alguns desses mapas sejam apresentados para toda a turma.

Tempo estimado: 5 minutos

4. Os mapas reconstruídos pelas duplas farão parte da **avaliação formativa** e deverão ser recolhidos pelo professor.

SEXTO ENCONTRO

Tempo estimado: 100 minutos

Os alunos realizarão uma avaliação individual, marcada antecipadamente, sobre os tópicos específicos da sequência didática, analisando-se em seguida as estratégias e os materiais utilizados durante as aulas, bem como o seu próprio aprendizado.

Recursos das aula 11 e 12

Os recursos utilizados nas aulas 11 e 12 constam de:

- ✓ Cópias das atividades descritas na tabela 5 abaixo.

Tirar cópias (roteiro do aluno)

De que? (Título da atividade)	De que forma?
AVALIAÇÃO DE FÍSICA	INDIVIDUAL
AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DA UEPS	INDIVIDUAL

Tabela 5: Reprodução das atividades para o 6º encontro

A seguir estão descritas as etapas e procedimentos do 6º encontro:

7. AVALIAÇÃO INDIVIDUAL

1. Entregue individualmente a AVALIAÇÃO DE FÍSICA que se encontra no roteiro do aluno (APÊNDICE II). No APÊNDICE IV é apresentado o gabarito da avaliação.

Tempo estimado: 60 minutos

Dica ao professor: Incentive os alunos para que não deixem nenhuma questão em branco.

8. AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

1. Entregue individualmente cópia da AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DA UEPS que se encontra no roteiro do aluno (APÊNDICE II) e solicite que os mesmos avaliem o próprio aprendizado e os materiais utilizados ao longo das aulas.

9. AVALIAÇÃO DA UEPS

Ao final das 12 aulas deve ser feita uma análise pelo professor sobre a sequência didática e sobre as ocorrências que evidenciam uma aprendizagem significativa. Serão consideradas as avaliações formativas, a avaliação individual e as considerações feitas pelos alunos quanto aos recursos utilizados e a própria aprendizagem.

APÊNDICE II - ROTEIRO DO ALUNO

Caro aluno,

Esta sequência didática apresenta significativamente o estudo de conceitos físicos ligados à **ASTRONOMIA**, com foco nos fenômenos **DIA/NOITE** e as **ESTAÇÕES DO ANO**, utilizando **materiais diversificados** e levando em conta primordialmente o **seu conhecimento** sobre esses fenômenos.

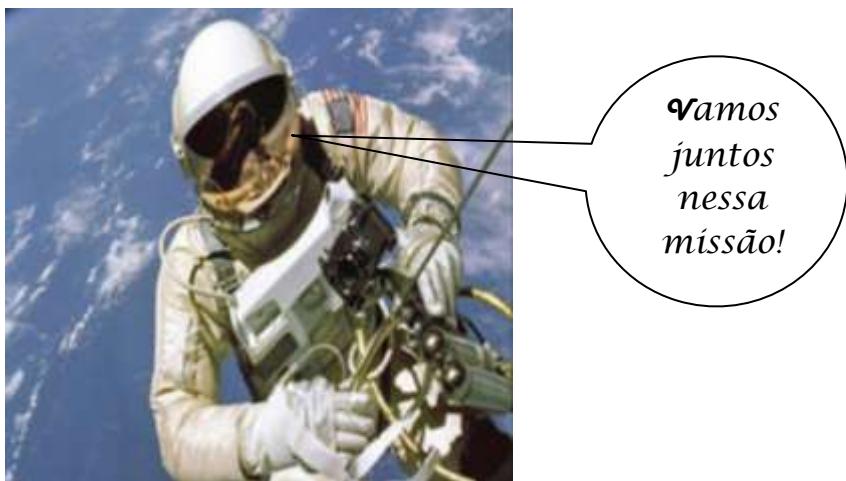


Figura 1: Missão.
Fonte: nasa.gov

Nome: _____ **nº** _____ **Turma:** _____

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

1º ENCONTRO - Aulas 1 e 2

Nesse primeiro momento, é importante que você exteriorize suas ideias sobre os fenômenos astronômicos **dia/noite** e **as estações do ano**. Esse é o nosso ponto de partida!

Discutiremos também algumas situações-problema acerca desses fenômenos, eventuais dos habitantes terrestres ou vivenciadas em seu dia a dia.

Em seguida, vamos analisar em uma atividade externa o “movimento” diurno do Sol e a incidência dos raios solares ao longo do dia, permitindo ainda que você se oriente através desse astro. Finalmente, analisaremos a incidência dos raios do Sol na superfície terrestre em diferentes latitudes ao longo do ano através de simulação computacional.

Atividade 1 - ORIENTAÇÃO PELO SOL

1. A Figura 1 abaixo é uma fotografia aérea do seu Colégio e pode ajudá-lo a responder as questões a seguir:



Figura 2: Imagem aérea do CEAP.

Fonte: Foto cedida pelo professor Marco Antônio de Oliveira Coelho.

- a) Qual parte do colégio recebe o sol pela manhã (tarde)? Por quê?

- b) O que você observa quanto à incidência dos raios do sol nesse período?

- c) Qual horário não seria o ideal para jogar pingue-pongue? Por quê?

- d) Considerando uma partida de futsal na parte da manhã (tarde), qual é o melhor lado (esquerdo ou direito) da quadra para os jogadores reservas se posicionarem de forma que o sol não bata diretamente no rosto? Por quê? _____

- e) Represente (com um desenho) sobre a imagem aérea do Colégio o “movimento” do sol ao longo do dia.

ROSA DOS VENTOS

A “rosa dos ventos” é um desenho utilizado para auxiliar a localização de determinado corpo ou objeto em relação a outro. É formada pelos pontos cardeais e seus intermediários.

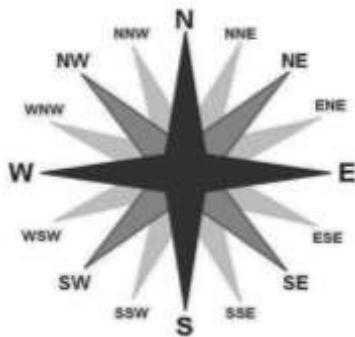


Figura 3: A rosa dos ventos.

Fonte: Fundação CEDERJ - Geografia – Volume 1 – Cartografia – p. 181 (Ilustração: Clara Gomes).

Os pontos cardeais são os principais pontos de referência para localização sobre a superfície terrestre e constituem-se de quatro:

- Norte, inicial N, também chamado "Setentrional ou Boreal".
- Sul, inicial S, também chamado "Meridional ou Austral".
- Leste ou Este, inicial L ou E (do inglês *East*), também chamado "Oriente, Nascente ou Levante".
- Oeste, inicial O ou W (do inglês *West*), também chamado "Ocidente ou Poente".

Os pontos colaterais são:

- Nordeste (NE) – Posicionado entre o norte e o leste;
- Sudeste (SE) – Posicionado entre o sul e o leste;
- Noroeste (NW) – Posicionado entre o norte e o oeste;
- Sudoeste (SW) – Posicionado entre o sul e o oeste.

TAREFA 1 – RASCUNHO ARQUITETÔNICO



Para o próximo encontro você deverá rascunhar individualmente um projeto arquitetônico de sua casa, informando para quais pontos cardeais (ou colaterais) as partes (lados) de sua moradia estão voltadas. Represente o movimento do Sol ao longo do dia sobre sua residência.

Atividade 2 – INCIDÊNCIA DOS RAIOS DO SOL

1. Utilize no painel superior direito a vista 2 e no painel esquerdo a vista 1. Clique em “*star animation*” ou deslize a barra de tempo e observe: a incidência dos raios do Sol se dá do mesmo modo em todo o planeta Terra durante o ano tanto no hemisfério norte quanto no hemisfério sul? Justifique sua resposta:

2. Utilizando a vista 1 do painel esquerdo e a vista 2 do painel direito, clique em “*star animation*” ou deslize a barra de tempo e observe: em qual mês, aproximadamente, os raios solares iluminam quase que diretamente:

- a) o hemisfério sul? _____
- b) o hemisfério norte? _____
- c) os dois hemisférios simultaneamente? _____

3. Deslize a barra de tempo para o mês no qual o sol ilumina diretamente o hemisfério sul (considerando sua resposta do item a da questão 2) e arraste o bonequinho para uma latitude sul qualquer. Observando o painel inferior direito:

- a) Utilize a vista 2: o que você observa quanto ao ângulo de incidência dos raios do Sol na superfície terrestre? _____
-
- b) Utilize a vista 1: o que você observa quanto ao “círculo” de luz vindo do sol demarcando a área sobre a qual a luz é espalhada? _____
-
- c) Mantendo o mês informado no item a da questão 2, arraste o bonequinho para uma latitude norte qualquer (exceto na região de sombra). O que você pode observar quanto ao ângulo de incidência dos raios solares na superfície da terra na vista 2 e quanto ao “círculo” de luz vindo do sol demarcando a área sobre a qual a luz é espalhada na vista 1 para esse observador?
-

4. Deslize a barra de tempo para o mês no qual o sol ilumina diretamente o hemisfério norte (considerando sua resposta do item b da questão 2) e arraste o bonequinho para uma latitude norte qualquer. Observando o painel inferior direito:

a) Utilize a vista 2: o que você observa quanto ao ângulo de incidência dos raios do Sol na superfície terrestre? _____

b) Utilize a vista 1: o que você observa quanto ao “círculo” de luz vindo do sol demarcando a área sobre a qual a luz é espalhada? _____

c) Mantendo o mês informado no item b da questão 2, arraste o bonequinho para uma latitude sul qualquer (exceto na região de sombra). O que você pode observar quanto ao ângulo de incidência dos raios solares na superfície da terra na vista 2 e quanto ao “círculo” de luz vindo do sol demarcando a área sobre a qual a luz é espalhada na vista 1 para esse observador?

5. Configure o simulador para um observador na linha do Equador (0°) e utilize o painel inferior direito. Deslizando a barra de tempo o que você observa quanto ao ângulo de incidência dos raios do Sol na superfície terrestre durante o ano (vista 2) e quanto ao “círculo” de luz vindo do sol demarcando a área sobre a qual a luz é espalhada (vista 1) durante o ano?

TAREFA 2 – NASCER E PÔR DO SOL



Você deverá observar (de um mesmo ponto) ao longo do ano o nascer e o pôr do Sol (O Sol nasce sempre no Leste e se põe sempre no Oeste?). Essas observações, feitas em grupos (4 ou 5 alunos), deverão ser registradas por fotografias mensais e apresentadas próximo ao final do ano letivo (em data marcada posteriormente), relacionando esses registros aos fenômenos dia/noite e as estações do ano.

2º ENCONTRO - Aulas 3 e 4

Neste segundo encontro você aprenderá sobre aspectos importantes dos modelos de universo concebidos ao longo da história com o auxílio do aplicativo Solar System Scope, compreendendo os movimentos de rotação e translação da terra e reafirmando os seus conhecimentos sobre a existência dos dias/noites e a duração do ano terrestre.

Atividade 3 – MODELO GEOCÊNTRICO

1. O que está no “centro do universo”? _____

2. Faça uma comparação entre os tamanhos da Terra e do Sol:

3. Avance com a barra de tempo e descreva o movimento:

a) realizado pela Lua e seu sentido (horário ou anti-horário)?

b) realizado pelo Sol e seu sentido (horário ou anti-horário)?

4. Existem outros pontos fixos de luz. O que são esses pontos?

5. Avance com a barra de tempo e observe que existem também outros “pontos de luz” que se movem. O que são esses “pontos de luz”?

Dica: Para facilitar desabilite (esconder/desmarcar) as funções planetas anões, luas, cometas e estrelas na seção de configurações.

6. Descreva a trajetória desses “pontos de luz” e o sentido (horário ou anti-horário)?

Atividade 4 – MODELO HELIOCÊNTRICO

1. Qual a posição ocupada pelo Sol? _____
2. Aproxime-se da lua e descreva o que você observa? Suas observações condizem com as de Aristóteles sobre esse satélite? Justifique:

3. Do mesmo modo, aproxime-se do Sol e descreva suas observações:

4. Avance com a barra de tempo e:
 - a) descreva os dois principais movimentos realizados pela Terra. Qual o nome desses movimentos e a duração?

 - b) associe o sentido do movimento de rotação da Terra ao “nascer” e “por” do sol em diferentes regiões do planeta. Justifique:

5. Qual dos movimentos causa a sucessão dos dias/noites? Justifique com um exemplo:

6. Descreva os movimentos realizados pela Lua.

7. Além da Terra existem outros corpos celestes que giram em torno do Sol. O que são esses corpos? Quantos e quais são? Cite-os em ordem crescente de distância em relação ao Sol. _____

Atividade 5 - LEIS DE KEPLER

1. Como você descreveria a órbita (caminho) descrita pelos planetas?

2. Analise a posição ocupada pelo Sol em relação à órbita de um planeta qualquer:

3. A distância entre um planeta qualquer em toda a sua órbita e o Sol é sempre a mesma?

4. Organizem na Tabela 1 abaixo os planetas em ordem crescente de acordo com o tempo de translação ao redor do Sol:

Tempo de translação

Tabela 1: Tempo de translação dos planetas.

5. Crie regras que associe o tempo gasto para um planeta dar uma volta completa em torno do sol com a sua distância em relação ao mesmo:

3º ENCONTRO - Aulas 5 e 6

Nesse terceiro encontro você irá aprender sobre as Leis de Kepler e sua importância para a compreensão do movimento planetário atual.

Atividade 6 – APROFUNDAMENTO DAS LEIS DE KEPLER

1. O modelo de universo proposto por Kepler, apesar de heliocêntrico, tinha disparidades com o modelo de Copérnico. Marque a alternativa que contém tais disparidades:
 - a) No modelo de Copérnico as trajetórias dos planetas eram circulares, enquanto no de Kepler as trajetórias eram elípticas. Como sabemos hoje, as trajetórias dos planetas ao redor do sol são elípticas.
 - b) No modelo de Copérnico as trajetórias dos planetas eram elípticas, enquanto no de Kepler as trajetórias eram circulares. Como sabemos hoje, as trajetórias dos planetas ao redor do sol são elípticas.
 - c) Copérnico acreditava que o movimento no céu era circular e uniforme. A 3^a lei de Kepler nos mostra que o movimento dos planetas ao redor do Sol é variado.
 - d) Copérnico acreditava também, de forma errada, que o movimento no céu era circular e uniforme. A 2^a lei de Kepler nos mostra que o movimento dos planetas ao redor do centro da galáxia é variado.

Fonte: Retirado de <https://exercicios.mundoeducacao.bol.uol.com.br>

2. A Figura 4 a seguir ilustra (sem escala e em cores fantasia) a trajetória elíptica de um satélite artificial em torno da Terra. As áreas dos setores alternadamente pintadas em amarelo e laranja têm todos o mesmo valor. O intervalo de tempo para que esse satélite dê uma volta completa é de 36 h, e ele gira no mesmo sentido de rotação da Terra (anti-horário). Analise as afirmações a seguir e reescreva, em seu caderno, aquelas que você julgar incorretas, corrigindo-as.

- | | |
|---|--|
| I. O centro da Terra (ponto Z) é um dos focos da elipse. | V. O intervalo de tempo para que o satélite vá de E até N é igual ao intervalo para ir de N até E. |
| II. O ponto S é o perigeu e I é o apogeu dessa órbita. | VI. A velocidade escalar do satélite é máxima ao passar pelo ponto I. |
| III. Como as áreas são iguais, todos os trechos são percorridos pelo satélite com a mesma velocidade escalar. | VII. O trecho da órbita QR é percorrido em movimento acelerado. |
| IV. O intervalo de tempo para que o satélite vá de C até D é 2 h. | |

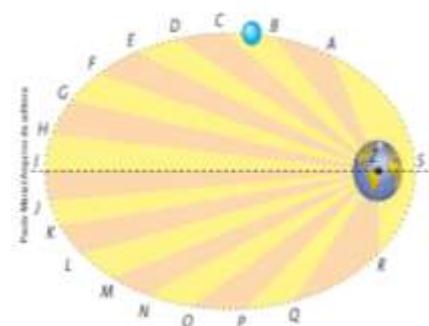


Figura 4: Trajetória de um satélite.
Fonte: Guimarães (2016, p. 214).

3. (UERJ-2000) A figura ilustra o movimento de um planeta em torno do sol. Se os tempos gastos para o planeta se deslocar de A para B, de C para D e de E para F são iguais, então as áreas - A₁, A₂, e A₃ – apresentam a seguinte relação:

- a) A₁ = A₂ = A₃
- b) A₁ > A₂ > A₃
- c) A₁ > A₂ = A₃
- d) A₁ < A₂ < A₃

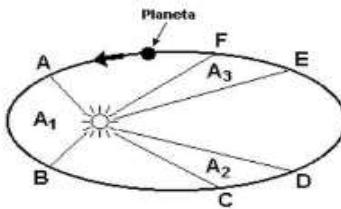


Figura 5: Movimento do planeta em torno do Sol.

Fonte: <https://exerciciosweb.com.br/fisica/leis-de-kepler-atividades-com-gabarito/>

4. A característica que permite identificar um planeta no céu é o seu movimento relativo às estrelas fixas. Se observarmos a posição de um planeta por vários dias, verificaremos que sua posição em relação às estrelas fixas se modifica regularmente. A figura destaca o movimento de Marte observado em intervalos de 10 dias, registrado na Terra.

Qual é a causa da forma da trajetória do planeta Marte?

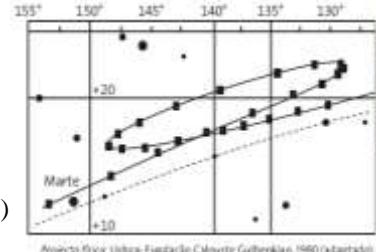


Figura 6: Trajetória de Marte.

Fonte: Guimarães (2016, p. 215)

5. De acordo com a 3^a lei de Kepler, quanto mais longe um planeta se encontra do Sol, maior o intervalo de tempo para ele efetuar uma volta completa ao redor do Sol. Sabendo-se que a ordem de proximidade dos planetas do sistema solar é: Mercúrio – Vênus – Terra – Marte – Júpiter – Saturno – Urano – Netuno e que 1 ano terrestre = 365 dias:

- a) Determine o ano, em dias, no planeta Mercúrio. Considere a distância de Mercúrio ao Sol = 0,387 u.
- b) Se você fosse um marciano e não um terráqueo, a sua idade, em anos marcianos, seria expressa por um número maior ou menor do que a sua idade atual na Terra? Justifique.

TAREFA 3 – MODELOS ASTRONÔMICOS



Em pequenos grupos, deverão apresentarão aos demais, as principais ideias dos modelos geocêntrico e heliocêntrico, debatendo essas duas teorias e ficando livre para incluir outras informações relacionadas aos tópicos específicos da unidade de ensino ou aos modelos históricos do universo.

.4º ENCONTRO - Aulas 7 e 8

No 4^a encontro você analisará através de simulação computacional a duração dos dias e das noites nos diferentes hemisférios ao longo do ano, compreendendo assim, o significado dos termos solstícios e equinócios. Observando o eixo de rotação terrestre e a inclinação dos raios solares na superfície terrestre poderão entender a razão das estações do ano.

Atividade 7 – DURAÇÃO DO DIA/NOITE

1. Fixe uma latitude qualquer (preferencialmente entre os Círculos Polares e não tão próxima da linha do Equador) no painel superior direito. Alterando aleatoriamente o dia do ano o que você observa quanto à duração de horas do dia e da noite no decorrer do ano no painel esquerdo?
-
-

2. Fixe um dia do ano qualquer no painel superior direito. Altere a latitude aleatoriamente (preferencialmente entre os Círculos Polares e não tão próxima da linha do Equador) deslizando a barra de latitude nesse mesmo painel. O que você quanto à duração de horas do dia e da noite para o dia escolhido?
-
-

3. Altere aleatoriamente a latitude norte (preferencialmente entre a Linha do Equador e o Círculo Polar Ártico):

a) Qual o dia mais longo do ano no hemisfério norte? _____

b) Em que datas do ano dia e noite têm a mesma duração? _____

4. Altere aleatoriamente a latitude sul (preferencialmente entre a Linha do Equador e o Círculo Polar Antártico)?

a) Qual o dia mais longo do ano no hemisfério sul? _____

b) Em que datas do ano dia e noite têm a mesma duração? _____

5. Observe o painel esquerdo:

- a) Quantos equinócios acontecem durante o ano? Em quais dias do ano, aproximadamente?

- b) Quantos solstícios acontecem durante o ano? Em quais dias do ano, aproximadamente?

6. A partir de suas observações defina com suas palavras:

a) O que significa “equinócio”? _____

b) O que significa “solstício”? _____

7. O que você observa ao alterar a latitude (no território brasileiro) no decorrer do ano:

a) nas proximidades da linha do equador? _____

b) nas demais regiões? _____

8. Revise sua Atividade 2 - Incidência dos raios do sol (aula 2) e descreve a incidência dos raios do sol na superfície terrestre, bem como o “círculo” vindo do sol demarcando a área sobre a qual a luz é espalhada durante os equinócios e equinócios nos hemisférios norte e sul.

Atividade 8 - DIA/ NOITE E AS ESTAÇÕES

1. Informe as estações nos diferentes hemisférios, destacando os solstícios e equinócios:

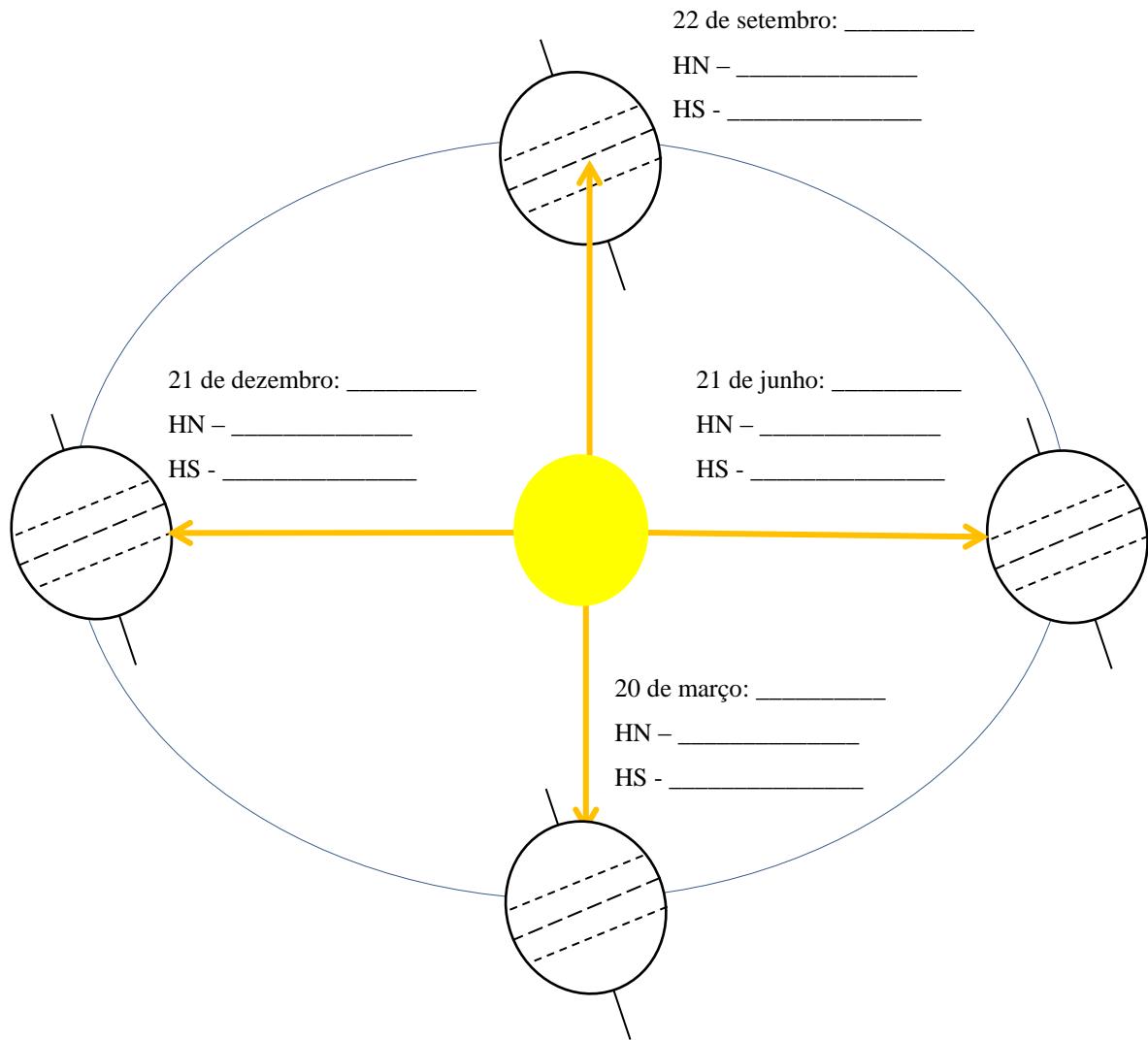


Figura 7: Início das estações do ano (fora de escala e em cores fantasia).

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

2. Kepler e Isaac estão conversando simultaneamente através de um aplicativo de celular em um determinado dia do ano. Kepler comenta que sua cidade terá a noite mais curta do ano e Isaac diz que os raios de Sol estão chegando mais inclinados em sua cidade. Nesse momento, os dois amigos estão no mesmo hemisfério ou em hemisférios diferentes? Quais seriam as estações do ano nas cidades de Kepler e Isaac nesse momento? Justifique sua resposta:

Por que a variação da distância Terra-Sol não explica as estações do ano?

(adaptado parcialmente)

(*Why the varying Earth-Sun distance can not explain the seasons?*)

Wilton S. Dias¹ e Luis Paulo Piassi²

¹ Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, Brasil

² Faculdade de Educação Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

Recebido em 12/12/2005; Revisado em 6/10/2006; Aceito em 11/7/2007

1. Introdução

O estudo das estações do ano é um dos principais tópicos para a introdução da astronomia no ensino básico. Todas as principais civilizações que desenvolveram alguma forma de calendário e a observação mais sistemática do céu fizeram-no a partir da observação da variação climática anual. Em uma sociedade agrária, onde os ritmos de plantio e colheita são determinados pelas estações do ano, os ciclos anuais de insolação determinaram diversos aspectos da vida social, cujos resquícios hoje ainda se verificam em festas religiosas de solstícios como o Natal e São João e de equinócio como a Páscoa.

Entretanto, embora o estudo das estações do ano seja um dos temas seja um dos temas mais abordados no ensino de ciências, ainda hoje verificamos entre professores [...] e até em alguns livros didáticos uma excessiva superficialidade no tratamento do assunto [...], quando não erros conceituais. Uma questão interessante, por exemplo, é o fato amplamente divulgado de que a órbita da Terra não é uma circunferência, o que implica em uma variação na distância de nosso planeta até o Sol, muitas vezes exagerada nos desenhos dos livros didáticos [...]. Mesmo após aceitar que este fato não explica a variação climática anual, já que esta é causada pela inclinação do eixo imaginário de rotação da Terra tanto professores quanto alunos questionam sobre se a variação da distância Terra-Sol também não causa efeitos consideráveis sobre o clima. Quando se preconiza no ensino de ciências levar os alunos a questionar e estabelecer relações entre fenômenos, ao invés apenas de memorizar fatos, essa questão se torna de suma relevância. No entanto, os livros didáticos não dão subsídios a esta questão nem a outras que advém dela. Por que razão a variação da distância Terra-Sol não determina as estações do ano? Em que época do ano essa distância é máxima ou mínima? Não há mesmo uma pequena influência dessa variação sobre a temperatura? E nos outros planetas do Sistema Solar, os fenômenos são similares aos da Terra? Se a inclinação do eixo imaginário da Terra fosse diferente ou a órbita da Terra fosse mais excêntrica, o que poderia acontecer? Esse é o tipo de questionamento que podemos observar em sala de aula por parte de estudantes quando, ao serem confrontados com a questão das estações do ano, são estimulados a refletir sobre o assunto [...].

3. Diferenças de temperaturas esperadas entre o afélio e o periélio

[...] a relação entre a temperatura terrestre (T_T) e a distância Terra-Sol (d_{TS}) obedece a uma proporção do tipo $T_T \propto d_{TS}^{-1/2}$. Com essa expressão, podemos deduzir a diferença de temperatura esperada pela variação da distância Terra-Sol entre periélio e afélio de 0,98 e 1,02 unidades astronômicas, respectivamente, (1 unidade astronômica = distância média Terra-Sol = $1,496 \times 10^{11}$ m) [...]. Dessa forma temos:

$$\frac{T_a}{T_p} = 0,98$$

onde T_p e T_a representam, respectivamente, as temperaturas calculadas para a distância Terra-Sol no periélio e no afélio.

Note que estamos considerando que o albedo da Terra não varia significativamente ao longo do ano. No entanto, há indícios de que o albedo apresenta variações sazonais e de longo período que dependem das mudanças globais e da quantidade de espessura das nuvens e da superfície refletiva da Terra.

Uma outra simplificação do nosso tratamento, como dissemos é que os vínculos inseridos não consideram a circulação atmosférica planetária e a retenção do calor pelo chamado efeito estufa, que são efeitos de importância considerável. [...]

Com essas considerações podemos realizar um cálculo simples. Como a temperatura média da Terra é aproximadamente 288 K, se usarmos a relação T_p/T_a , teremos entre a temperatura maior e menor uma diferença de cerca de 2% ou, em termos absolutos, 5,8 K ou 5,8°C (Fig. 1). Ou seja, se desconsiderássemos as variações no albedo e a variação de temperatura na Terra fosse devida apenas à mudança da distância Terra-Sol pelo fato da órbita ser elíptica, teríamos uma amplitude térmica de no máximo 5,8°C e, em geral menor do que isso, pois a circulação atmosférica e oceânica só tendem a atenuar os efeitos das diferenças de temperatura.

Apenas para efeito ilustrativo, mostramos a Tabela 1 com as temperaturas máxima e mínima ao longo do ano em algumas capitais brasileiras [...]. Como era de se esperar, mesmo com toda a atenuação atmosférica e oceânica a diferença entre verão e inverno é sempre muito maior que o valor de 5,8°C que obtivemos pelos cálculos devido à variação de distância Terra-Sol.

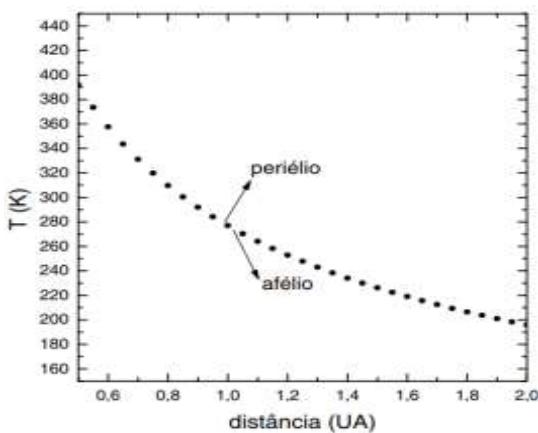


Figura 1 – Variação da temperatura na Terra em função da distância Terra-Sol [...]. São marcados os pontos onde a Terra encontra-se no afélio e periélio, o que proporciona uma diferença de temperatura de cerca de 5,8°C.

Tabela 1 - Temperaturas máximas, mínimas e respectivas diferenças para algumas capitais do Brasil entre os anos 1989 e 1993 [...].

Capitais	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Diferença (°C)
Manaus	36,3	18,3	18,0
Belém	33,8	20,8	13,0
Teresina	38,1	17,8	20,3
Salvador	32,8	19,6	13,2
Belo Horizonte	32,3	10,0	22,3
São Paulo	33,9	4,4	29,5
Curitiba	31,6	-0,7	32,3
Porto Alegre	37,2	-0,2	37,4
Campo Grande	35,3	4,1	31,2
Brasília	31,6	7,0	24,6

4. Respondendo a algumas questões

Essa análise nos permite abordar algumas questões e acrescentar informações curiosas sobre as estações do ano.

1. Por que razão a variação da distância Terra-Sol não determina as estações do ano?

Isso ocorre porque a órbita terrestre é quase circular. [...]. No entanto, lembramos que se a inclinação do eixo imaginário fosse zero, notaríamos entre periélio e afélio uma diferença de cerca de 5,8°C.

Tomando-se dados por longos períodos verificaria-se a diferença na temperatura o que não deixaria de ser uma espécie de ciclo de estações.

2. Em que época do ano essa distância é máxima ou mínima?

A Terra atinge o periélio em Janeiro (mais precisamente para 2006 no dia 4 de janeiro às 15 horas [...]), o que faz com que o verão no hemisfério sul conte com uma insolação levemente maior do que o do hemisfério norte.

3. Não há sequer uma pequena influencia dessa variação sobre o clima?

A diferença de insolação produzida pela variação da distância Terra-Sol é bem menor que a diferença de insolação produzida devido à inclinação do eixo imaginário de rotação da Terra. Além disso, a complexidade da circulação atmosférica e oceânica complica uma análise do efeito isolado dessa variação de insolação. É possível que esse efeito seja perceptível, mas não há estudos confirmado ou refutando isso. Enfatizamos que uma análise detalhada está além dos objetivos didáticos desse texto.

4. E nos outros planetas do Sistema Solar, os fenômenos são similares aos da Terra?

Podemos fazer uma comparação com Marte, que possui uma inclinação do eixo imaginário de rotação de 25°, próxima, portanto, ao valor da inclinação terrestre. Enquanto a distância Terra-Sol varia apenas 4% ao longo do ano, para Marte essa variação é de aproximadamente 20%. Assim, no planeta vermelho, a influência da variação da distância é bem mais acentuada que em nosso planeta. As variações no Sistema Solar são imensas e podemos imaginar todo o tipo de situação, desde uma inclinação do eixo imaginário de rotação extremamente acentuada, como a de 98° em Urano até uma variação de distância como a de Plutão, que chega a 66%. Um planeta como Júpiter que tem inclinação do eixo de rotação de apenas 3° e uma variação na distância na distância de 10% terá, a princípio, mais influência devido à distância do que em relação à inclinação. [...]

5º ENCONTRO - Aulas 9 e 10

Nesta aula é proposta uma situação problema em um maior nível de dificuldade. Em pequenos grupos, deverão relacionar o artigo científico “Por que a variação da distância Terra-Sol não explica as estações do ano?” da Revista Brasileira de Ensino de Física ao vídeo intitulado “Rede Globo reforça ignorância científica - Jornal Nacional” que menciona fatos relacionados ao início de uma determinada estação do ano e que pode ser acessado em <https://www.youtube.com/watch?v=H2aq1-48R4c>.

TAREFA 4



POR QUE A VARIAÇÃO DA DISTÂNCIA TERRA-SOL NÃO EXPLICA AS ESTAÇÕES DO ANO?

Na 10^a aula você reconstruirá, em dupla, os mapas mentais que foram construídos na 1^a aula sobre os fenômenos dia/noite e as estações do ano.

6º ENCONTRO - Aulas 11 e 12

Você realizará na 11^a aula uma avaliação individual sobre conceitos referentes aos fenômenos astronômicos dia/noite e as estações do ano abordados ao longo das aulas.



AVALIAÇÃO DE FÍSICA

ALUNO: _____ **N.º** _____ **TURMA:** _____

PROFESSOR: _____ **BIMESTRE:** _____ **DATA:** ____/____/____

1. Rascunhe um projeto arquitetônico “ideal” para a construção de uma casa em sua cidade, informando para quais pontos cardeais, de acordo com o movimento aparente do sol, as partes (lados) da casa estariam voltadas. Represente com um desenho o movimento aparente diurno do Sol. Justifique sua resposta:



2. Qual a principal diferença entre o geocentrismo e o heliocentrismo? Qual dos dois modelos é aceito atualmente pela comunidade científica? Destaque (desenho e/ou por escrito) aspectos importantes da relação Terra/Sol no sistema solar atual.
3. Qual o movimento da Terra é responsável pela sucessão dos dias e das noites e qual sua duração aproximada? Dê um exemplo que justifique sua resposta:

4. No dia 22 de dezembro de 2019 a Terra está mais próxima da órbita do Sol. É por esse motivo que começa o verão aqui no hemisfério Sul. Você concorda com essa afirmação? Justifique sua resposta:
5. Identifique as estações do ano no planeta Terra destacando os equinócios e solstícios. Insira outras informações que julgar importantes:

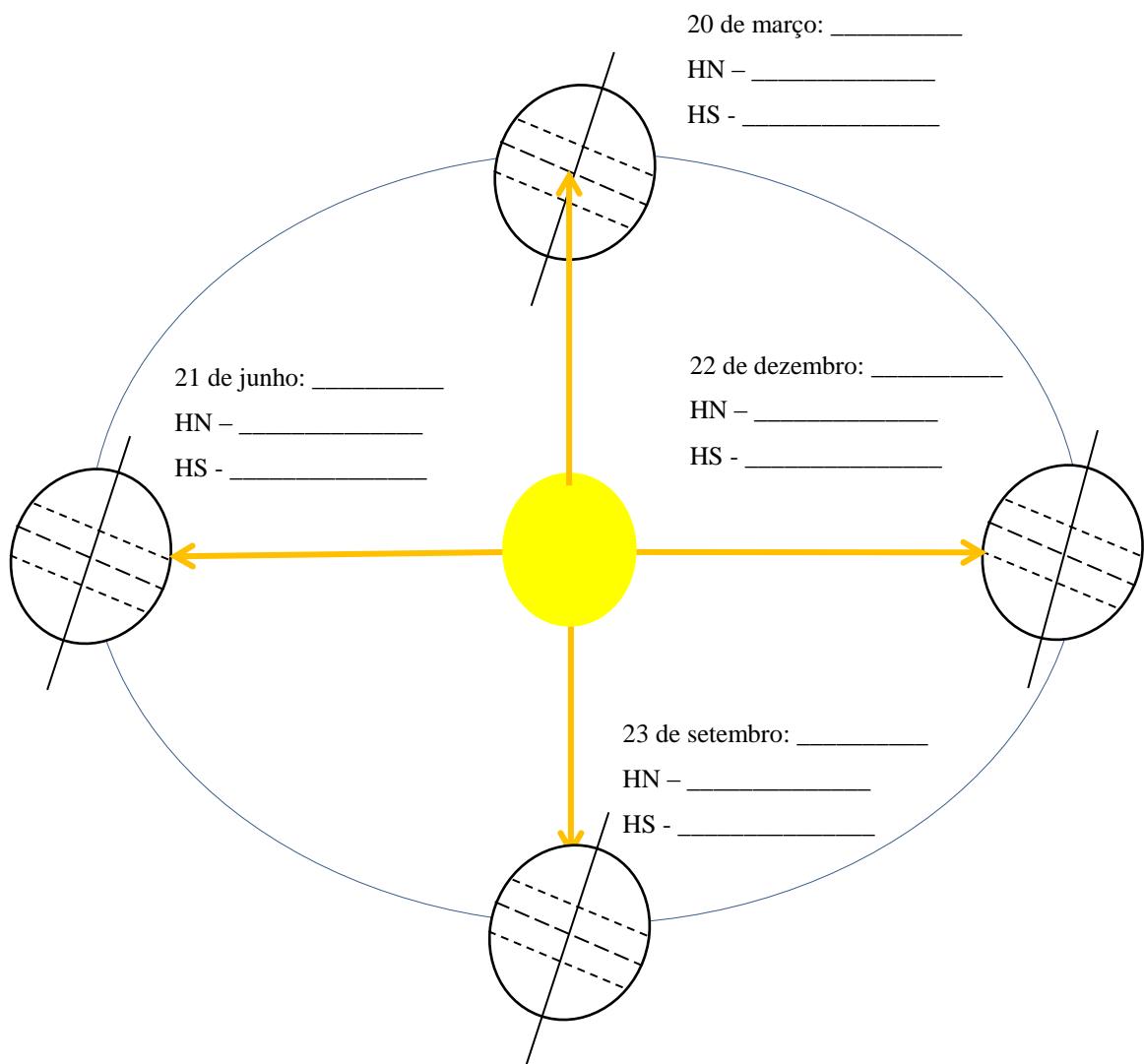


Figura 8: As estações do ano (fora de escala e em cores fantasia).

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DA UEPS

Analise as estratégias e os materiais utilizados pelo professor, bem como o seu aprendizado durante as aulas. Destaque pontos positivos ou negativos que julgar relevantes. Não é necessário se identificar.

APÊNDICE III - MATERIAIS E ESTRATÉGIAS PARA O PROFESSOR

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(De acordo com as Normas da Resolução nº 196, do Conselho Nacional de Saúde de 10 de outubro de 1996).

Você está sendo convidado a participar da Pesquisa relacionada ao Projeto de Pesquisa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) do Polo do Instituto de Ciências Exatas (ICEx) da Universidade Federal Fluminense (UFF), intitulada **PROPOSTA DE UEPS PARA ENSINO DE TÓPICOS DE ASTRONOMIA: Dia/Noite e as Estações do Ano.**

A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador e nem com qualquer setor desta Instituição.

O objetivo desta Pesquisa na qual você é convidado a participar é implementar uma proposta para o ensino dos fenômenos dia/noite e as estações do ano através de materiais potencialmente significativos.

Não há riscos relacionados com a sua participação nesta pesquisa.

Caso aceite participar da pesquisa, você será convidado a realizar atividades previstas na metodologia deste projeto de pesquisa. Esta metodologia prevê uma série de ações provocadas pelo conteúdo, distribuídas em aproximadamente 11 aulas de 50 minutos cada.

Para aprofundar seu conhecimento científico sobre o assunto em foco na aula, serão realizadas atividades/práticas naturais e virtuais. Você assistirá a vídeos, utilizará simulações computacionais, aplicativos gratuitos para celulares e aprenderá sobre algumas técnicas de estudo e aprendizagem com a finalidade de compreender a relação Terra/Sol para explicar os fenômenos dia/noite e as estações do ano.

Como se trata de um trabalho de pesquisa, cujo registro é importante, **durante os trabalhos a serem realizados em sala de aula você poderá vir a ser fotografado ou filmado, bem como ter o áudio da sua voz gravada. Entretanto, o protocolo prevê que você não será identificado e que todo o material coletado será usado apenas para a pesquisa citada. Caso não concorde com isso, por favor, informe ao Pesquisador.**

As informações pessoais e particulares obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre a sua participação. Sua colaboração é importante para o avanço do conhecimento sobre a Pesquisa. Os resultados serão divulgados em apresentações ou publicações com fins científicos ou educativos.

Participar desta pesquisa não implicará nenhum custo para você, e, como voluntário, você também não receberá qualquer valor em dinheiro como compensação pela participação.

Cristiano de Oliveira Andrade

Mestrando do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da
Sociedade Brasileira de Física (SBF)
Universidade Federal Fluminense (UFF)

Eu, _____,
declare que entendi os objetivos e benefícios de minha participação na pesquisa e
concordo em participar.

Sujeito da pesquisa

Obs: Em caso do aluno ser menor de idade, solicita-se a assinatura do responsável.

(assinatura do responsável)

_____, ____ / ____ / ____.

MAPA MENTAL

Mapa mental é um diagrama que permite organizar as ideias sobre determinado assunto, de modo claro, simples e lógico. A partir de um tema central, palavra (frase ou imagem) chave, as ideias se desenvolvem através de ramificações, podendo facilitar a análise, a memorização, a compreensão e a aprendizagem sobre um determinado conteúdo. Pode-se recorrer também às cores e imagens para enfatizar as associações, que são completamente livres.

Para uma melhor explicação do que é um Mapa Mental, nada melhor do que através do próprio, conforme representado na Figura 2.



Figura 2: O que é um mapa mental?

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

A Figura 3 a seguir apresenta um exemplo de mapa mental sobre a rotação da Terra:

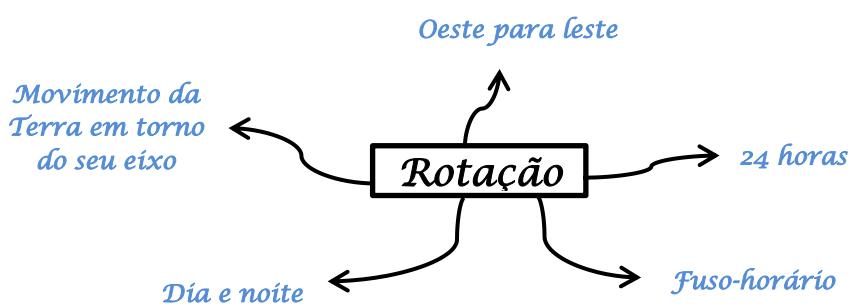


Figura 3: Mapa mental: Rotação.

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Um pouco mais elaborado, o mapa mental da Figura 4 recorre às cores e imagens para destacar e organizar as ideias sobre a Física:



Figura 4: Mapa mental: Física.

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

SIMULADOR DE ESTAÇÕES DA UNL⁹

O “Simulador de estações” pode ser acessado através do endereço <http://astro.unl.edu/>, que contém diversas animações e simulações em *Flash* gratuitas para o ensino de astronomia do Grupo Educação em Astronomia da UNL (Universidade de Nebraska-Lincoln). Ao acessar o link, clique no ícone *ClassAction* e em seguida, Simulações. A partir do ícone Coordenadas e moções escolha o tópico Simulador de estações (NAAP).

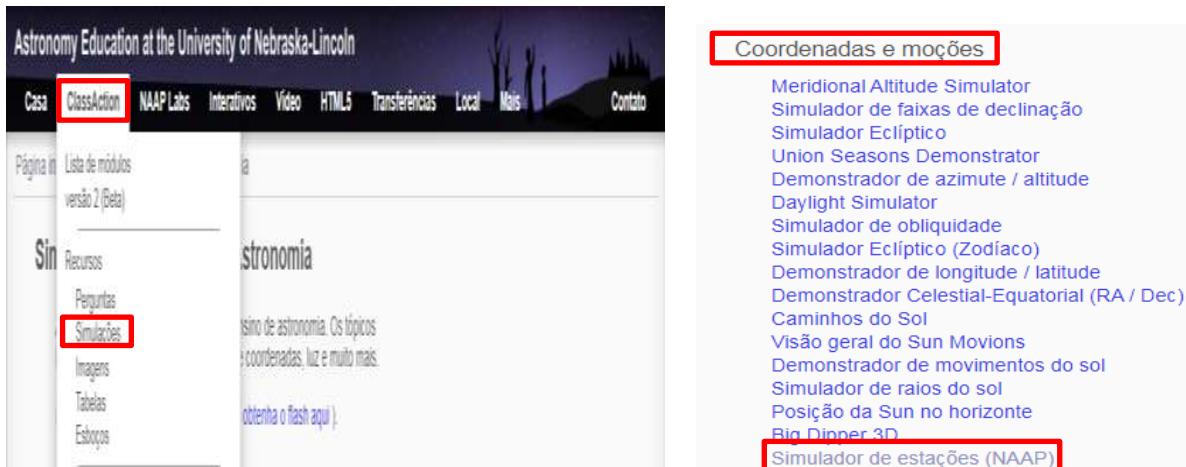


Figura 5: Página inicial do sítio eletrônico Educação em Astronomia da UNL.

Fonte: Elaborada pelo autor, capturada da tela do simulador¹⁰.

Será aberta a seguinte tela:

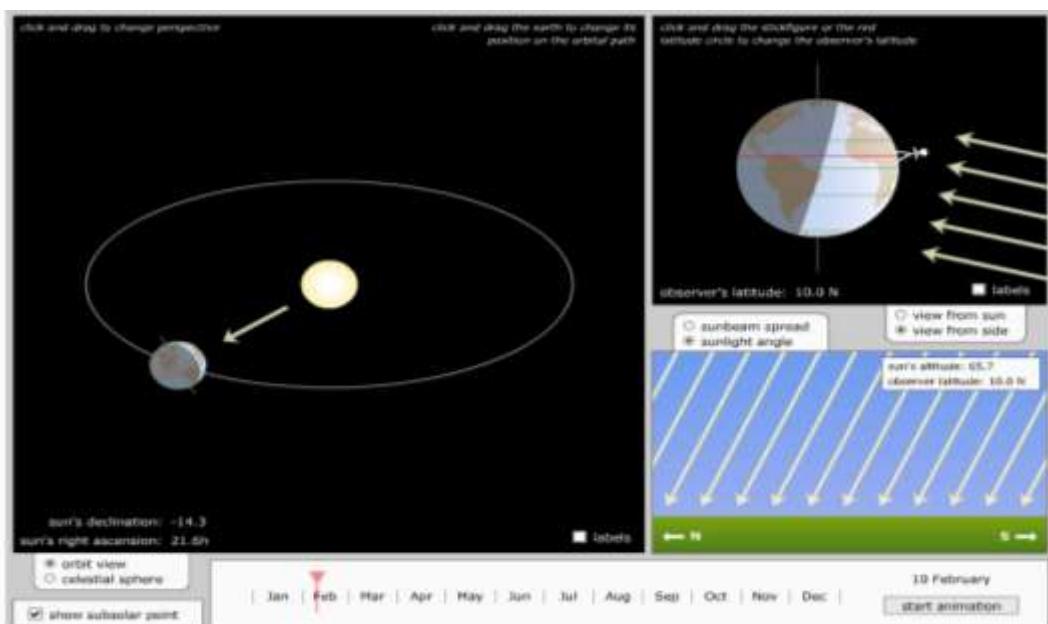


Figura 6: Simulador de estações.

⁹ As telas instrucionais foram traduzidas para o Português adaptadas da versão original.

¹⁰ Todas as figuras foram obtidas do mesmo modo.

Observe que existem três painéis principais (esquerdo, superior direito e inferior direito), cada um com duas visões diferentes. Para ter uma visão geral clique em “*star animation*” (iniciar animação) no canto inferior direito da simulação e analise as seis visões. Além do “*star animation*” você pode avançar no tempo, arrastando o controle deslizante de tempo anual localizado na parte inferior da página ou arrastando o sol ou a Terra no painel esquerdo da página. A imagem abaixo apresenta as outras três visões:

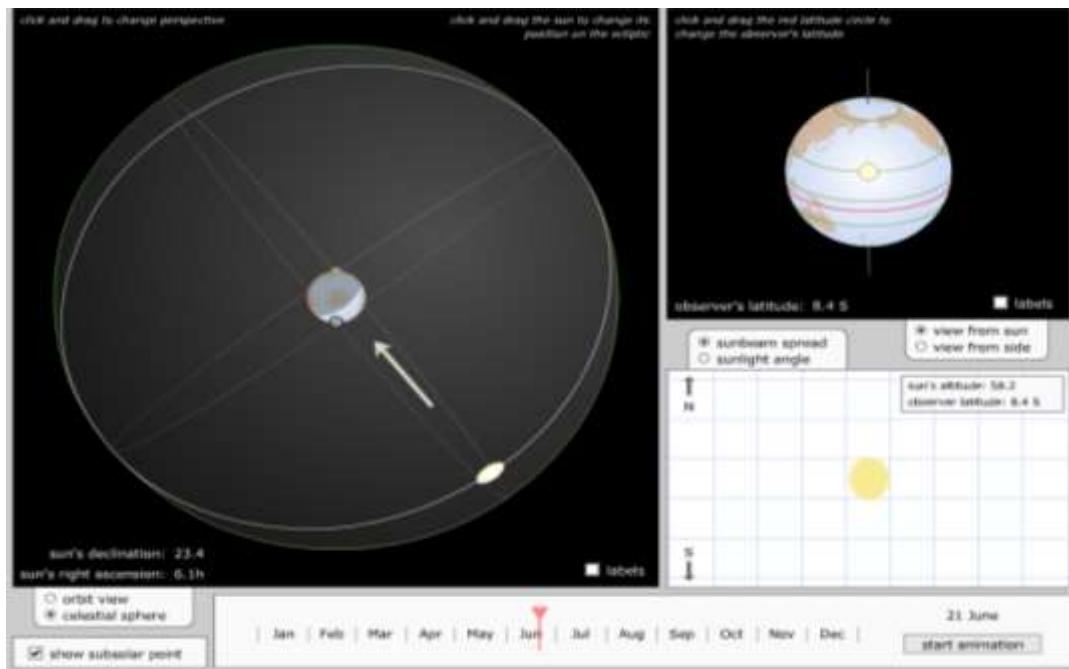


Figura 7: Outras visões do Simulador de estações.

Analizando separadamente cada uma das seis visões:

Painel esquerdo

- Vista da órbita (“*orbit view*”) – **vista 1 do painel esquerdo**
 - ✓ Ao arrastar a Terra, você ao invés de alterar a perspectiva, altera a data e a hora.
 - ✓ Você pode ver como os raios diretos do sol atingem diferentes latitudes ao longo do ano.
- Esfera celeste (“*celestial sphere*”) - **vista 2 do painel esquerdo**
 - ✓ Esta visão mostra a Terra no centro da esfera celeste, juntamente com o equador celeste e a eclíptica. Note que você pode clicar no sol e arrastar para ler suas coordenadas.

Painel superior direito

- Vista do sol (“view from sun”) - **vista 1 do painel superior direito**
 - ✓ Esta visão apresenta a Terra como vista do Sol, mostrando a região do planeta na qual os raios solares estão batendo.
 - ✓ A localização do observador na Terra é indicada por um paralelo vermelho, que indica a latitude.
 - ✓ O paralelo vermelho pode ser arrastado alterando a altitudes (alterando a aparência do painel inferior direito).
- Vista lateral (“view from side”) - **vista 2 do painel superior direito**
 - ✓ Esta visão mostra a Terra como vista de um local em um plano da eclíptica ao longo de uma linha tangente a órbita do planeta.
 - ✓ Permite facilmente ver as regiões que estão à luz do dia e as que não estão.
 - ✓ Arrastar o boneco altera a latitude.
 - ✓ Arrastar o boneco até o ponto subsolar coloca o observador na latitude onde os raios solares incidem diretamente.
 - ✓ Embora a rotação seja suprimida nesta simulação, lembre-se de que o boneco está em um planeta que está girando com um período de 24 horas sobre um eixo que conecta os polos norte e sul. Assim, 12 horas mais tarde estará do outro lado da terra.

Painel inferior direito

- Ângulo da luz do sol (“sunlight angle”) - **vista 1 do painel inferior direito**
 - ✓ Esta visão mostra o ângulo com o qual os raios de sol estão atingindo a superfície Terra. Ele lista o ângulo do sol do meio-dia em relação ao horizonte (sua altitude).
- Propagação do raio do sol (“sunbeam spread”) - **vista 2 do painel inferior direito**
 - ✓ Esta visão mostra um "cilindro" de luz vindo do sol. É projetado em uma grade para transmitir a área sobre a qual a luz é espalhada. Quando está luz estiver espalhada por uma área menor sua intensidade aumenta.

SOLAR SYSTEM SCOPE

O Solar System Scope é um simulador interativo em 3D do nosso sistema solar, permitindo a visualização de qualquer ângulo do Sol, dos planetas e sua(s) lua(s) e das constelações. Sua função *offline* é paga, no entanto, a versão *online* para *Desktop* pode ser obtida no endereço <https://www.solarsystemscope.com/>. Para observar o sistema solar de diferentes ângulos, arraste a tela usando o botão esquerdo do mouse. Para aproximar ou distanciar a visão de um astro celeste, basta usar a rochinha do mouse (*scroll*). Se preferir, você também pode clicar em algum ponto da escala apresentada à direita na tela. O download do simulador também pode ser feito gratuitamente nos celulares através do aplicativo para download de celulares. Neste caso, a aproximação ou distanciamento pode ser feito com a tecnologia *Touchscreen* do aparelho, permitindo a interação através do toque.



Figura 8: Tela inicial do Solar System Scope.

Fonte: Elaborada pelo autor, capturada a partir do da tela do aplicativo¹¹.

Em seguida, são detalhadas as funções dessas ferramentas:

- ✓ No canto esquerdo da tela aparecem as opções:
 - Na opção visão, você pode escolher entre três maneiras diferentes de visualizar o sistema solar.
 - A segunda opção se refere à seção de configurações do aplicativo.
 - A terceira opção é uma caixa de busca.

¹¹ Todas as figuras foram obtidas do mesmo modo.

- Na opção visão, você pode escolher entre três maneiras diferentes de visualizar o sistema solar.



Figura 9: Seção visão.

A primeira opção Sistema solar representa a visão heliocêntrica, ou seja, o sol passa a ser o centro de observação do usuário. Na segunda opção “*Planet explore*” você encontra informações sobre os planetas e sua(s) lua(s). Na terceira opção, Sistema Planetário, o centro do sistema passa a ser um dos sete dos planetas escolhidos. Na opção céu noturno é possível visualizar a posição dos astros do ponto de vista de um terráqueo, sendo possível alterar a coordenada geográfica de observação. Nessa visão, é possível identificar as constelações e os demais objetos vistos a olho nu, no céu.

- Na seção de configurações do aplicativo você pode decidir:
 - Configurações de exibição (*view settings*) - se deseja ou não que o simulador apresente o nome dos astros, bem como o tamanho dos mesmos (realístico ou aumentado). É possível também habilitar ou desabilitar a linha que representa a órbita dos planetas e o nome das linhas que definem as constelações.



Figura 10: Ícone configuração de exibição da seção de configurações.

- Configurações de sistema – qual o idioma, a qualidade e a resolução deseja-se utilizar, sendo que algumas dessas alterações não são gratuitas.



Figura 11: Ícone configurações do sistema da seção de configurações.

- Localização geográfica (*Geo location*) - qual a coordenada geográfica de observação.



Figura 12: Ícone localização geográfica da seção de configurações.

- Na caixa de busca, o aplicativo localiza automaticamente o astro desejado, seja pela procura na lista de opções ou digitando diretamente o nome procurado.



Figura 13: Seção caixa de busca.

- ✓ Barra de tempo – no final da tela é indicado a data e o horário atual. Essa modificação pode ser feita clicando sobre essa barra. Ao clicar sobre o símbolo ► você terá opções de acelerar, retroceder ou parar o tempo.



Figura 14: Barra de tempo.

Clicando sobre o ícone no qual aparecem a data e o horário atualizado você pode alterar essas informações.



Figura 15: Escolha do dia e horário.

- ✓ Barra de escala – Permite aproximar ou distanciar a visão de um astro celeste, clicando diretamente em algum ponto da escala. O mesmo pode ser feito ao clicar sobre os botões extremos dessa barra, sendo que o botão superior aproxima a visão do astro e o inferior diminui essa distância. Outra opção é movimentando a barra de rolagem verticalmente.

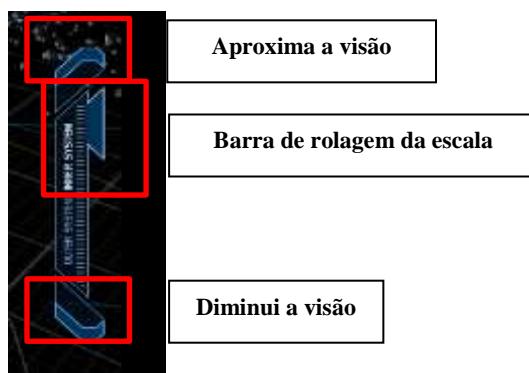


Figura 16: Barra de escala.

- ✓ Áudio - Esse ícone permite que você aumente ou diminua o áudio da trilha sonora do aplicativo, contando ainda com um “playlist” de músicas de ficção científica.

EXPLORADOR DO HORÁRIO DE VERÃO DA UNL

O “Explorador do horário de verão” pode ser acessado através do endereço <http://astro.unl.edu/>. Clique inicialmente no ícone *ClassAction* e em seguida, Simulações.

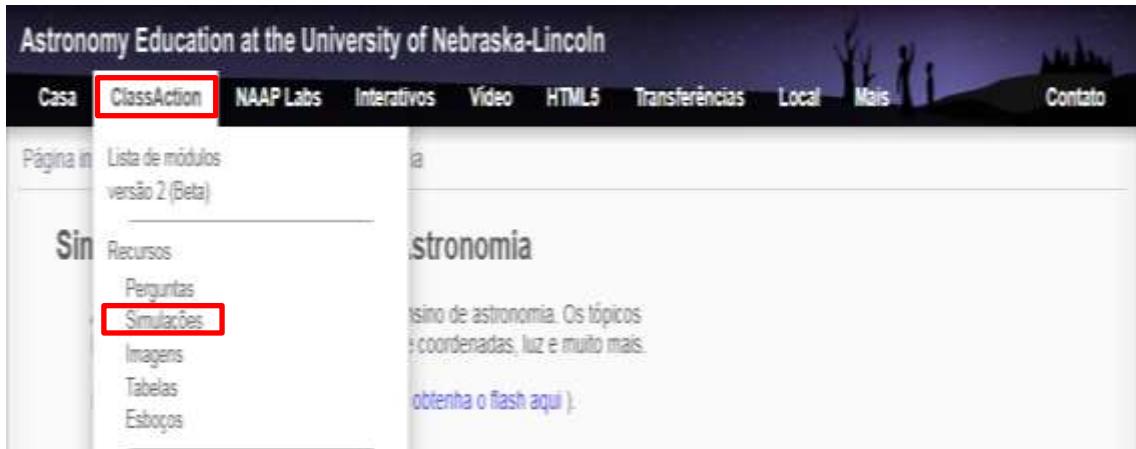


Figura 17: Sítio eletrônico Educação em Astronomia da UNL.

Fonte: Elaborada pelo autor, capturada a partir da tela do simulador¹².

A partir do ícone Coordenadas e moções, escolha o tópico Explorador do horário de verão.

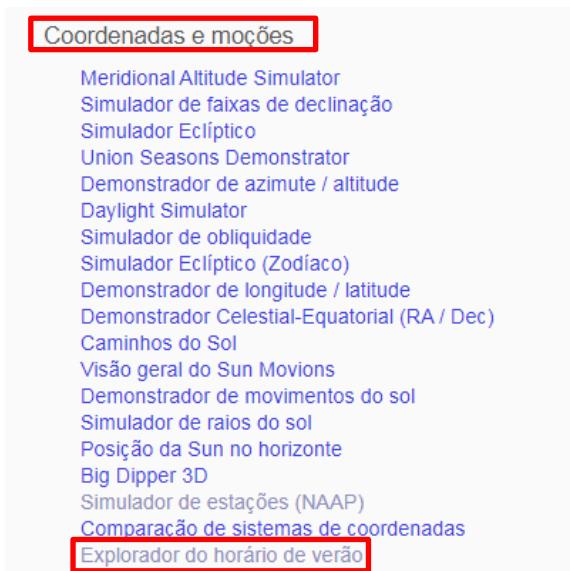


Figura 18: Ícone Coordenadas e moções do Explorador do horário de verão.

Ao abrir o “Explorador do horário de verão” será aberta a seguinte tela:

¹² Todas as figuras foram obtidas do mesmo modo.

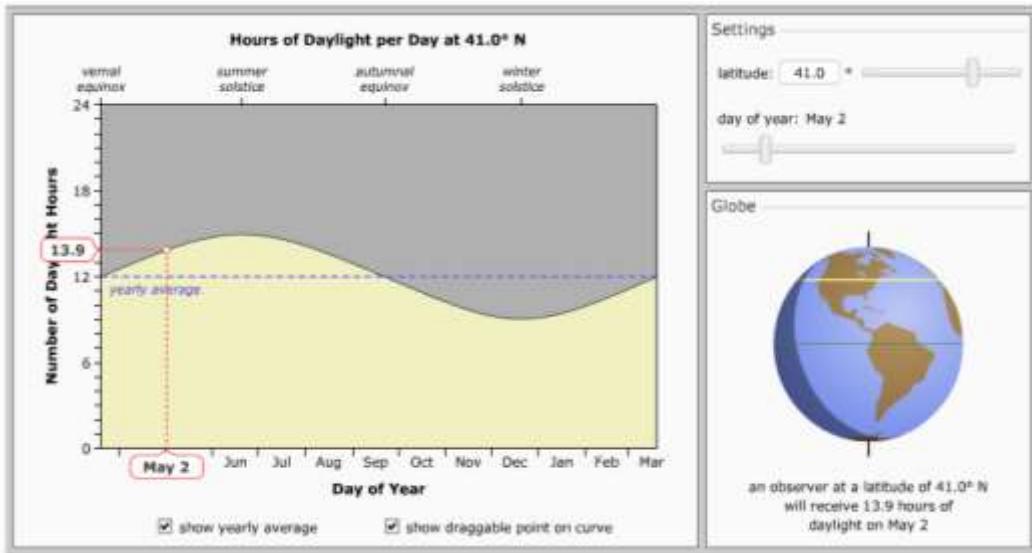


Figura 19: Tela inicial do Explorador do horário de verão.

Note existem três painéis principais (esquerdo, superior direito e inferior direito). Vamos analisar separadamente cada um desses painéis:

Painel esquerdo

- “Hours of Daylight per day at a...” (Horas de luz por dia...)
- ✓ Esse painel representa o gráfico *número de horas* (horizontal) x *dia do ano* (vertical) de acordo com a latitude e o dia.
- ✓ O dia pode ser alterado arrastando o ponto de intercessão das coordenadas horizontal e vertical.
- ✓ Indica os equinócios (primavera e outono) e os solstícios (inverno e verão).

Painel direito superior

- “Settings” (Definições)
- ✓ Nesse painel é possível alterar a latitude e o dia do ano.

Painel direito inferior

- “Globe” (Globo)
- ✓ Esse painel mostra a região iluminada e a não iluminada do globo terrestre de acordo com a latitude e a o dia do ano, informando a quantidade de horas de luz recebida nesse dia.

APÊNDICE IV – GABARITO DAS ATIVIDADES PROPOSTAS AOS ALUNOS

Gabarito da Atividade 1 - ORIENTAÇÃO PELO SOL

- 1. Dica ao professor:** Esta atividade pode ser realizada nos turnos da manhã e tarde, podendo ser adaptada de acordo com a realidade da sua escola.

O Colégio Estadual Américo Pimenta (Quatis/RJ) tem entrada principal leste, possuindo 3 salas de aula na parte de cima (janelas voltadas para o leste), um pátio no centro, 4 salas de aula na parte de baixo (com janelas voltadas para o leste) e uma quadra de esportes. Denominamos salas de baixo e de cima devido ao fato que o caminho entre esses pavimentos é declinado. A mesa de pingue pongue fica entre as salas de cima e o pátio.

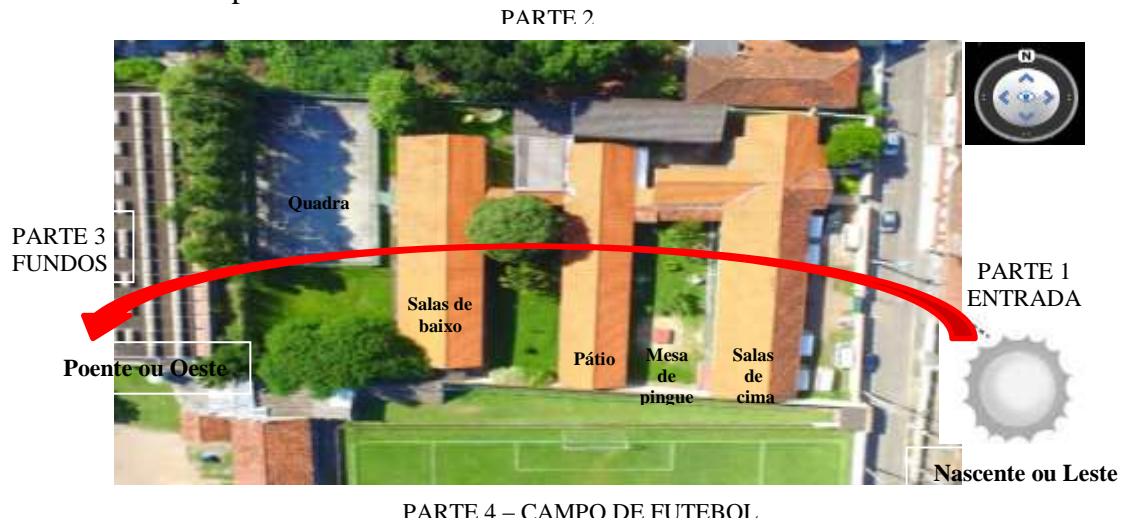


Figura 20: Imagem aérea do CEAP (Quatis/RJ).

Fonte: Foto cedida pelo professor Marco Antônio de Oliveira Coelho.

- A entrada (lado 1) do colégio recebe mais o sol da manhã, já que o sol nasce nessa parte (leste) e os fundos (lado 3) na parte da tarde, pois o sol estará se pondo.
- A incidência dos raios solares é mais amena na parte da manhã.
- Não seria legal uma partida de pingue-pongue no “meio do dia”, já que o sol “está” em pontos mais altos e chegam à superfície em ângulos mais diretos.
- Caso os jogadores reservas não queiram receber o sol no rosto em uma partida de futsal na parte da tarde devem se posicionar para assistir o jogo do lado esquerdo, já que o sol já estará se pondo, ficando de costas para o mesmo.
- O sol “nasce” do lado direito (lado 1 – entrada / parte leste) e se “põe” do lado esquerdo (lado 3 – fundos / parte oeste).

Gabarito da Atividade 2 – INCIDÊNCIA DOS RAIOS DO DOL

1. Não, a iluminação direta dos raios do sol favorece um hemisfério de cada vez. Em determinado período, o hemisfério sul recebe luz mais direta que o hemisfério norte. Em outros períodos, o hemisfério norte recebe luz mais direta que o hemisfério sul.
2. a) Dezembro. b) Junho. c) Março e setembro.
3. Considerando a resposta do item a anterior, o hemisfério sul recebe luz direta no mês de dezembro.
 - a) Para um observador em uma latitude sul a luz solar chega num ângulo mais direto.
 - b) Para um observador em uma latitude sul a luz vinda sol cria um círculo de luz mais intenso.
 - c) Como no mês de dezembro o hemisfério sul está mais inclinado para o Sol, para um observador em uma latitude norte qualquer (fora da região de sombra) os raios do Sol chegam à superfície terrestre em um ângulo mais inclinado, criando um círculo de luz maior, porém de menor intensidade.
4. Considerando a resposta do item b anterior, o hemisfério norte recebe luz direta no mês de junho.
 - a) Para um observador em uma latitude norte a luz solar chega num ângulo mais direto.
 - b) Para um observador em uma latitude norte a luz vinda sol está cria um círculo de luz mais intenso.
 - c) Como no mês de junho o hemisfério norte está mais inclinado para o Sol, para um observador em uma latitude sul qualquer (fora da região de sombra) os raios solares incidem na superfície terrestre em um ângulo mais inclinado, criando um círculo maior, mas com menor intensidade.
5. Para um observador na linha do equador, a luz solar chega num ângulo mais direto durante todo o ano. Assim, a luz vinda sol cria um círculo de luz mais intenso durante todo o ano nessa latitude.

Gabarito da Atividade 3 - MODELO GEOCÊNTRICO

1. O planeta Terra. Essa era a visão primitiva no universo.
2. O Sol é muito maior que a Terra. De acordo com Aristarco de Samos, o Sol deveria ocupar o centro do universo, pois este era muito maior que a Terra.
3. a) A lua gira em torno da Terra em sentido anti-horário.
b) O Sol gira em torno da Terra em sentido anti-horário.
4. Sim. Estrelas.
5. Planetas.
6. Descrevem uma trajetória estranha de “ida e volta” (movimento retrógrado) girando em sentido anti-horário em torno do sol.

Gabarito da Atividade 4 - MODELO HELIOCÊNTRICO

1. O Sol ocupa o “centro do universo”.
2. Não, a lua não é uma esfera perfeita conforme afirmava Aristóteles. Ela não tem atmosfera como a Terra para frear ou desintegrar os meteoros que se dirigem à sua superfície, causando crateras no satélite.
3. O sol apresenta manchas em sua superfície (regiões na superfície do Sol com temperatura menor do que a média local e, por isso mesmo, em comparação com a superfície da nossa estrela, parecem ser mais escuras), demonstrando também que não tem uma superfície regular.
4. a) A terra gira em torno de si (rotação) com duração aproximada de 24 horas e em torno do sol (translação) levando aproximadamente 365 dias para dar uma volta.
b) Como o sentido da rotação é anti-horário, as regiões mais ao leste veem o “nascer” do céu primeiro do que às regiões mais a oestes dessas. No Brasil, por exemplo, o Sol “nasce” primeiro no litoral.
5. O movimento que a Terra realiza em torno de si mesma é responsável pela sucessão dos dias e das noites. Enquanto no Brasil é dia, no Japão é noite. Aproximadamente 12 horas depois ocorre o inverso.
6. Os principais movimentos realizados pela Lua são rotação (em torno do seu próprio eixo), revolução (ao redor da Terra) e translação (ao redor do Sol).
7. Além da terra outros Planetas giram em torno do sol em sentido anti-horário. São 8 planetas: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.

Gabarito da Atividade 5 - LEIS DE KEPLER

- 1.** Descrevem órbitas elípticas em torno do sol.

Dica ao professor: com o auxílio do aplicativo os alunos podem não notar que a órbita planetária é elíptica (até mesmo porque a excentricidade real é pequena) e outras respostas (círculo, circunferência etc.) podem aparecer. Esta dúvida será sanada na aula seguinte.

- 2.** O sol ocupa uma posição um pouco afastada do centro desta órbita.
- 3.** Não. Em certos pontos de sua órbita os planetas ficam mais próximos do sol do que em outros.
- 4.** Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.
- 5.** Quanto mais distantes do sol é a órbita de um planeta, maior é o tempo gasto por ele para dar uma volta completa em torno do sol.

Gabarito da Atividade 6 – APROFUNDAMENTO DAS LEIS DE KEPLER

1. a) No modelo de Copérnico as trajetórias dos planetas eram circulares, enquanto no de Kepler as trajetórias eram elípticas. Como sabemos hoje, as trajetórias dos planetas ao redor do sol são elípticas.

2. São verdadeiras as afirmativas I, II, IV e VII.

3. a) $A_1 = A_2 = A_3$

4. A maior velocidade orbital da Terra faz com que em certas épocas, ela ultrapasse Marte.

5. a) $IM \cong 0,24 \text{ anos} \cong 89 \text{ dias}$

b) O total de anos em Marte seria menor do que a idade atual na Terra.

Gabarito da Atividade 7 – DURAÇÃO DAS HORAS DO DIA/NOITE

1. Fixando a latitude e alternando a data, nota-se que a duração dos dias e das noites varia no decorrer do ano.
2. Fixando a data e alterando a latitude, nota-se que a duração dos dias e das noites varia no decorrer do ano.
3. a) No hemisfério norte o dia mais longo é o dia próximo de 21 de junho.
b) Aproximadamente em 21 de março e em 23 de setembro.
4. a) No hemisfério sul o dia mais longo é o dia próximo de 22 de dezembro.
b) Aproximadamente em 21 de março e em 23 de setembro.
5. a) Ocorrem dois equinócios durante o ano, aproximadamente em 21 de março e 23 de setembro.
b) Ocorrem dois solstícios durante o ano, aproximadamente em 21 de junho e 22 de dezembro.
6. a) O equinócio é um termo latino que significa noites iguais, referindo-se às noites que são iguais aos dias, ou seja, onde o período de insolação é igual ao período sem iluminação solar.
b) Nestas datas ocorrem os dias mais longos e as noites mais curtas (solstícios de verão) e os dias mais curtos e as noites mais longas (solstícios de inverno).
7. a) Durante todo o ano os dias e as noites tem praticamente a mesma duração nas proximidades da linha do equador.
b) Os dias e as noites possuem durações diferentes nas regiões afastadas da linha do equador.
8. Durante o solstício de dezembro, os raios solares chegam com ângulos mais diretos no hemisfério sul e no hemisfério norte (fora da região de sombra), ocorre o contrário. No solstício de junho, as situações se invertem.
Durante os equinócios, os raios solares incidem diretamente sobre a linha do equador. Independentemente da época do ano (solstícios e equinócios), quanto mais próximo da linha do equador estiver o observador, mais intenso é o “círculo” de luz vindo do sol demarcando a área sobre a qual a luz é espalhada.

Gabarito da Atividade 8 - DIA/NOITE E AS ESTAÇÕES

1.

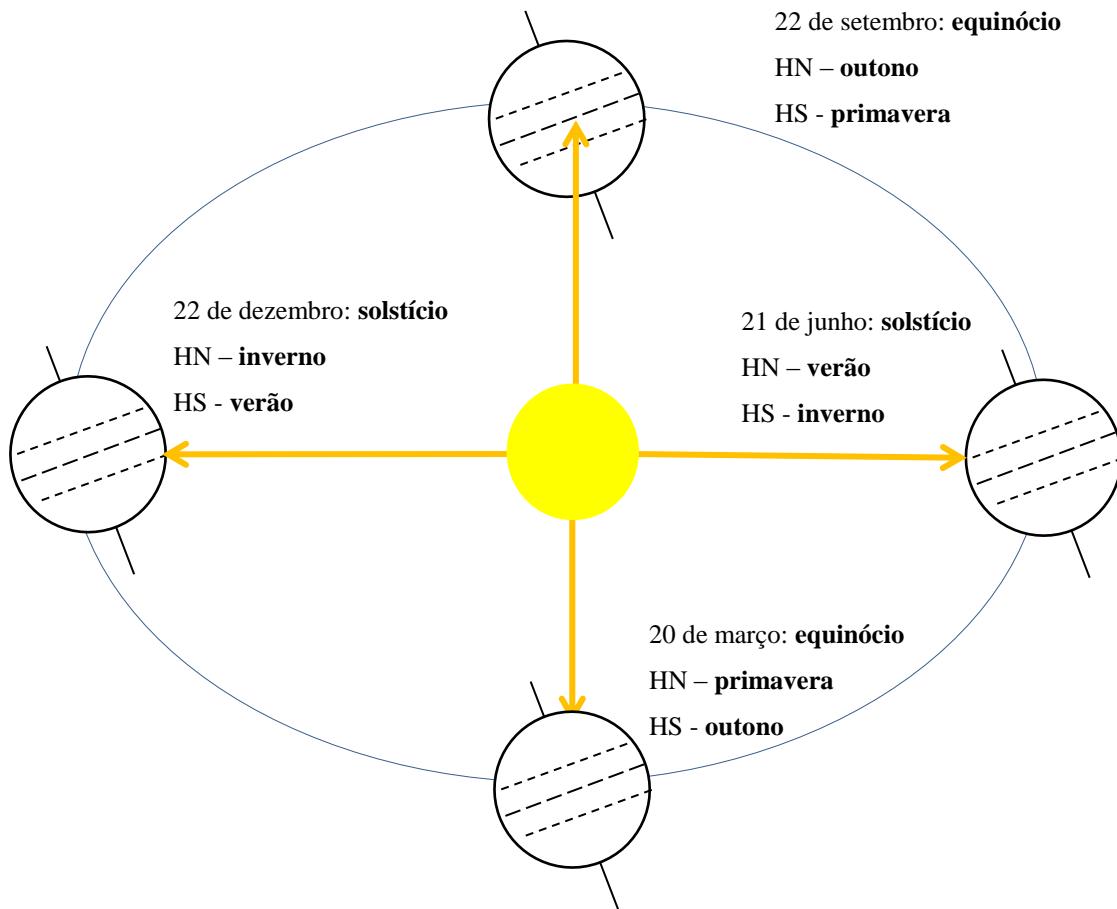


Figura 21: Translação e as estações do ano.

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

1. O comentário de Kepler afirmando que a sua cidade terá a noite mais curta do ano nos leva concluir que é o início do solstício de verão em sua cidade. Enquanto na cidade de Isaac é inverno, pois segundo ele os raios de Sol estão chegando mais inclinados. Logo, eles estão em hemisférios diferentes, pois as estações, devido à declinação da órbita, são opostas nos hemisférios.



Gabarito da AVALIAÇÃO DE FÍSICA

1.

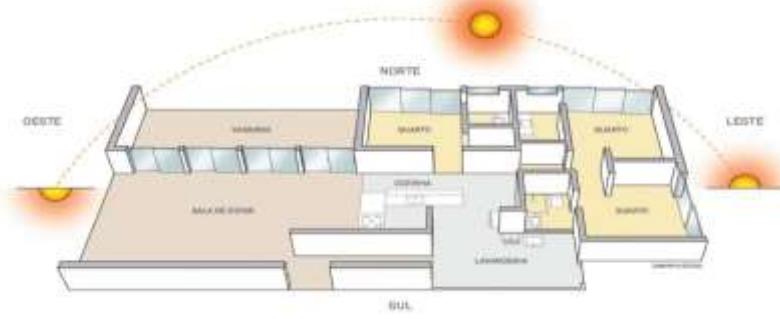


Figura 22: Movimento diurno aparente do Sol.

Fonte: Retirado do Portal 44 Arquitetura¹³.

O “ideal” é que os quartos tenham as janelas voltadas para o lado leste, já que recebem os raios solares amenos pela manhã.

2. Diferentemente do geocentrismo (Terra no centro do universo), o heliocentrismo (Sol no centro) é o modelo atualmente aceito pela comunidade científica.

Seguem alguns pontos importantes:

- O planeta Terra é o 3º planeta mais próximo do Sol;
- Nossa planeta é iluminado pelos raios do Sol;
- O planeta Terra gira em torno do Sol – translação;
- A órbita do planeta terra é uma elipse, tendo um ponto mais afastado (afélio) e um ponto mais próximo (periélio);
- A velocidade de um planeta em torno da sua órbita não é constante, acelerando até atingir seu máximo valor no periélio e retardando até atingir sua menor velocidade no afélio.

3. O movimento que a Terra realiza em torno de si mesma é responsável pela existência do dia e da noite. Esse movimento é denominado rotação e dura aproximadamente 24 horas. Enquanto no Brasil é dia, no Japão é noite. Aproximadamente 12 horas depois ocorre o inverso.

¹³ Disponível em: <<http://44arquitetura.com.br/2014/04/tecnicas-de-orientacao-solar-no-projeto/>>. Acesso em: nov. 2019.

4. Apenas a inclinação do eixo de rotação terrestre, e não a variação da distância Terra/Sol, explica o fato de os hemisférios terem simultaneamente estações inversas.

5.

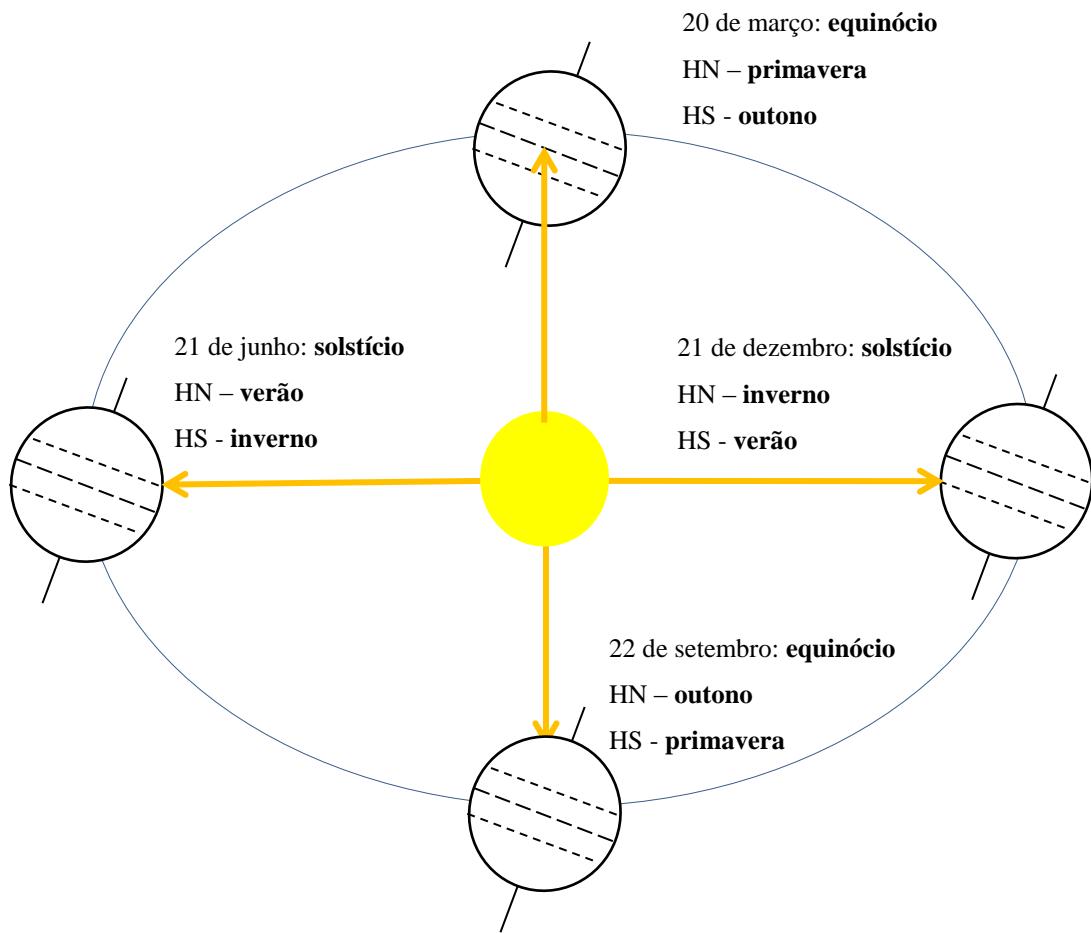


Figura 23: Início das estações do ano.

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

APÊNDICE V - RESUMO

Da base teórica da Sequência Didática

A sequência didática foi fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (apud MOREIRA, 2019) e construída de acordo com as indicações das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS (2011).

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas são sequências didáticas direcionadas à sala de aula e que buscam facilitar a aprendizagem significativa. De acordo com Moreira (2019), diferentemente da aprendizagem mecânica, predominante na maioria das escolas, na qual os alunos simplesmente decoram conteúdos transmitidos pelo professor, a aprendizagem significativa privilegia a bagagem de conhecimentos relevantes que o aluno traz consigo para a inserção dos novos conhecimentos, requerendo assim, um material de ensino-aprendizagem com uma estrutura lógica e organizada e que o aprendiz tenha pré-disposição para relacioná-los à sua estrutura de conhecimentos.

Os passos para a construção das UEPS foram estabelecidos por Moreira (2011) e devem ser seguidos de acordo com a realidade de cada professor. A Tabela 1 abaixo descrevem esses passos e sua relação com a sequência didática sobre os fenômenos dia/noite e as estações do ano.

Passo	Moreira (2011)	Sequência didática para ensino de tópicos de Astronomia: dia/noite e as estações do ano	Objetivos
1	Definir o tópico específico a ser ensinado.	Dia/noite e as estações do ano.	
2	Propor situações iniciais que leve o aluno a exteriorizar o que sabe.	Construção de mapas mentais, tendo um dos mapas como ideia central dia/noite e o outro estações do ano .	Levantar conhecimentos prévios.

3	<p>Propor situações-problema levando em conta o conhecimento prévio do aluno</p>	<p>Analizar o “movimento” do Sol a partir de situações vivenciadas no ambiente escolar.</p> <p>Situações-problema:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Enquanto no Brasil é dia, no Japão também é? (Obs.: Qual o formato da Terra?). b) O relógio agora marca (hora atual). O estado brasileiro do Acre, por exemplo, está no mesmo horário? c) Como vocês descreveriam o clima durante a época de Natal aqui na cidade de (nome da cidade)? Os norte-americanos o descreveriam do mesmo modo? d) Como vocês definem “verão”? Ele ocorre em toda a Terra? O que o difere do “inverno”? e) O verão é mais quente que o inverno por que o Sol está mais próximo da Terra e no inverno mais distante? f) A quantidade de luz que o planeta Terra recebe do Sol varia ao longo dos meses? <p>“Simulador das estações do ano” desenvolvido pelo grupo Educação em Astronomia da UNL. <https://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/eclipticsimulator.html></p>	<p>Analizar e discutir o movimento diurno aparente do Sol.</p> <p>Estimular a curiosidade e levantar conhecimentos prévios sobre o tema.</p> <p>Analizar a incidência dos raios do Sol em diferentes latitudes ao longo do ano.</p>
---	--	---	---

		Situação problema em longo prazo.	Fotografar o nascer e o pôr do Sol ao longo do ano, associando os eventos aos tópicos específicos.
4	Apresentar o conhecimento, começando com aspectos mais gerais, mas logo abordando aspectos específicos – diferenciação progressiva.	Utilização do aplicativo Solar System Scope para compreender aspectos importantes dos modelos históricos do universo. Trabalhos de apresentação e debates em pequenos grupos sobre os principais aspectos dos modelos (geocentrismo x heliocentrismo), ficando livres para incluir outras informações pertinentes.	Compreender os movimentos de rotação e translação da Terra, associando-os a existência dos dias/noites (solar e sideral) e a duração do ano terrestre.
5	Nova situação-problema. Retomar aspectos mais gerais e inclusivos – reconciliação integrativa.	“Explorador do horário de verão” desenvolvido pelo grupo Educação em Astronomia da UNL. < https://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/daylighthoursexplorer.html > Aula expositiva e dialogada; Vídeo intitulado “Espaço Nave Terra – Semana 01” da série Espaçonave Terra (Tous Sur Orbite) exibida pela TV Escola (2004). < https://www.youtube.com/watch?v=2M5NgPg-szs >	Compreender o significado dos termos solstícios e equinócios. Identificar as estações do ano e compreender a razão para a sua existência.

6	Propor e trabalhar novas situações-problema em níveis crescente de dificuldade buscando a reconciliação integrativa.	<p>Relacionar o artigo “Por que a variação da distância Terra/Sol não explica as estações do ano?” (adaptado parcialmente) da RBEF (vol. 29, n° 3, 2007) ao vídeo intitulado “Rede Globo reforça ignorância científica - Jornal Nacional”</p> <p><https://www.youtube.com/watch?v=H2aq1-48R4c></p> <p>Reconstrução dos mapas mentais sobre os fenômenos dia/noite e as estações do ano.</p>	<p>Reforçar a importância da inclinação do eixo de rotação terrestre para a ocorrência das estações do ano.</p> <p>Consolidar/reconciliar os conhecimentos acerca dos tópicos específicos.</p>
7	Avaliar a aprendizagem.	<p>Participação (compreensão, capacidade de explicar, descrever etc.) dos alunos ao longo da sequência didática;</p> <p>Comparação entre os mapas mentais construídos no primeiro momento para a captação de conhecimentos prévios e os mapas mentais reconstruídos.</p>	Verificar ocorrências de aprendizagem significativa.
8	Avaliar a UEPS.	<p>Análise das atividades (avaliação formativa e somativa individual) propostas;</p> <p>Avaliação dos próprios alunos sobre seu próprio aprendizado, bem como dos recursos e estratégias utilizadas;</p> <p>Domínio dos alunos acerca dos fenômenos estudados.</p>	Verificar se a UEPS foi bem sucedida.

Tabela 1: Passos para a construção da UEPS.**Fonte:** Elaborado pelo autor (2020).

Sobre os conceitos de Astronomia abordados

Geocentrismo x Heliocentrismo

No decorrer da história, duas conflitantes teorias tentavam explicar a estrutura do universo: o geocentrismo e o heliocentrismo.

O modelo geocêntrico proposto por Aristóteles (Figura 24) e aperfeiçoado por Ptolomeu coloca a Terra no centro do universo com a Lua, Mercúrio, Vênus, Sol, Marte, Júpiter e Saturno girando ao seu redor.

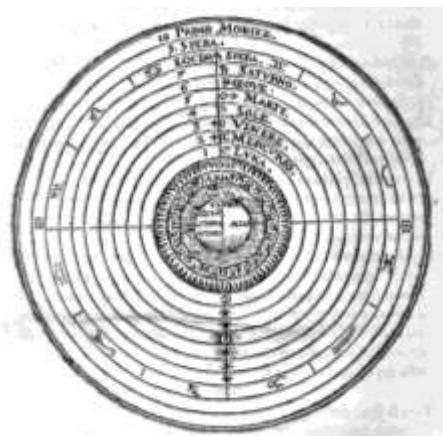


Figura 24: O modelo geocêntrico de Aristóteles.

Fonte: Repositório digital da Wikimedia Commons¹⁴

De encontro a esse modelo, Copérnico elaborou anos depois o heliocentrismo: a Terra e os demais planetas giram em torno do Sol. Anos mais tarde, esse modelo foi reestruturado por Kepler, sendo a teoria mais aceita atualmente (Figura 25).

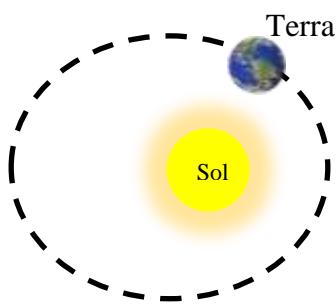


Figura 25: A Terra e os demais planetas giram em torno do Sol (fora de escala e em cores fantasiais).

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

¹⁴ Disponível em: <<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e0/Sacrobosco-1537-B4v.jpg>>. Acesso em: mar. 2020.

As Leis de Kepler no movimento planetário

Kepler criou três leis do movimento planetário, sendo válidas também para corpos ao redor dos planetas, que romperam de uma vez por todas com a doutrina do movimento circular.

Primeira Lei de Kepler

Conhecida como lei das órbitas, a primeira lei de Kepler estabelece que:

Todos os planetas, incluindo a Terra, giram em torno do Sol em órbitas elípticas. Em cada uma dessas órbitas, o Sol ocupa um dos focos da elipse.

Conforme ilustra a Figura 26, ao girar em torno do Sol (que ocupa um dos focos F da elipse), cada planeta (m) passa por dois pontos imaginários denominados afélio e periélio. O afélio é o ponto da trajetória do planeta mais afastado em relação ao Sol e o periélio, o mais próximo.

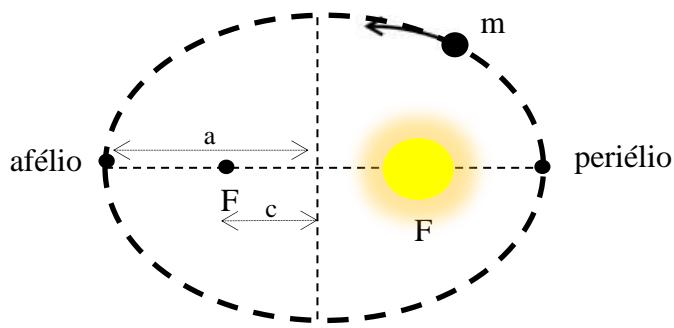


Figura 26: Representação da órbita elíptica de um planeta ao redor do Sol (fora de escala).

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

No caso da Terra, o afélio ocorre próximo de julho e encontra-se a cerca de 152 milhões de quilômetros do Sol. Já o periélio ocorre próximo de janeiro, estando nosso planeta a 147 milhões de quilômetros do Sol, aproximadamente, ou seja, uma diferença relativamente pequena de cerca de 3%, indicando uma excentricidade (e) muito pequena.

De acordo com Kepler e Saraiva (2014, p. 143), a excentricidade ($e = c/a$) da órbita da Terra (representada na Figura 26) vale $e = 0,0167$, ou seja, quase próximo a de uma circunferência ($e = 0$).

Segunda Lei de Kepler

Kepler idealizou uma linha que vai do Sol até o planeta. Considera-se na Figura 27 um planeta inicialmente em um ponto A qualquer imaginário de sua órbita que se desloca até B em um intervalo de tempo Δt_1 “varrendo” uma área A_1 . Do mesmo modo, para ir do ponto C até o ponto D o planeta gasta um tempo Δt_2 “varrendo” uma área A_2 :

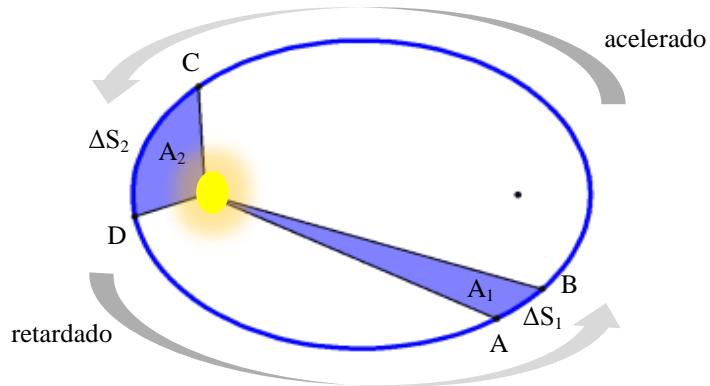


Figura 27: Em intervalos de tempos iguais, as áreas “varridas” pela linha que liga o planeta ao Sol também são iguais (fora de escala).

Fonte: Adaptado do repositório digital da Wikimedia Commons¹⁵.

Pode-se notar que o arco ΔS_1 é menor que o arco ΔS_2 . Logo, esse planeta só percorrerá os dois arcos em iguais intervalos de tempo se as velocidades nesses intervalos forem diferentes. Realizando esse cálculo para outros intervalos de tempo, Kepler concluiu que:

A linha imaginária que liga o Sol ao planeta varre áreas iguais em intervalos iguais de tempos.

Algebraicamente:

$$A_1 = A_2 \quad (1)$$

$$\Delta t_1 = \Delta t_2 \quad (2)$$

¹⁵ Disponível: <<https://commons.wikimedia.org/>>. Acesso em: 14 abr. 2019.

Como o arco $\Delta S_1 < \Delta S_2$ conclui-se que:

$$v_1 < v_2 \quad (3)$$

Como analisado, a velocidade de translação do planeta ao redor do sol não é constante, pois, ele necessita percorrer diferentes distâncias em intervalos de tempos iguais. Consequentemente, o planeta acelera ao se aproximar do Sol atingindo no periélio sua máxima velocidade e retarda seu movimento ao se distanciar do sol, atingindo no afélio sua velocidade mínima.

Terceira Lei de Kepler

A Terceira Lei de Kepler estabelece que:

O quadrado do período de revolução é diretamente proporcional ao cubo do raio médio da órbita.

Algebricamente, tem-se que:

$$\frac{T^2}{R^3} = k \quad (4)$$

onde T é o período de revolução de um planeta e R é o raio médio de sua órbita, sendo a constante k dependente apenas da massa do corpo central.

De acordo com a equação 4, pode-se verificar que quanto mais afastado estiver o planeta, maior o tempo gasto para dar uma volta em torno do Sol.

A figura 28 ilustra um mapa conceitual acerca dos modelos astronômicos do Universo desenvolvidos ao longo da história:

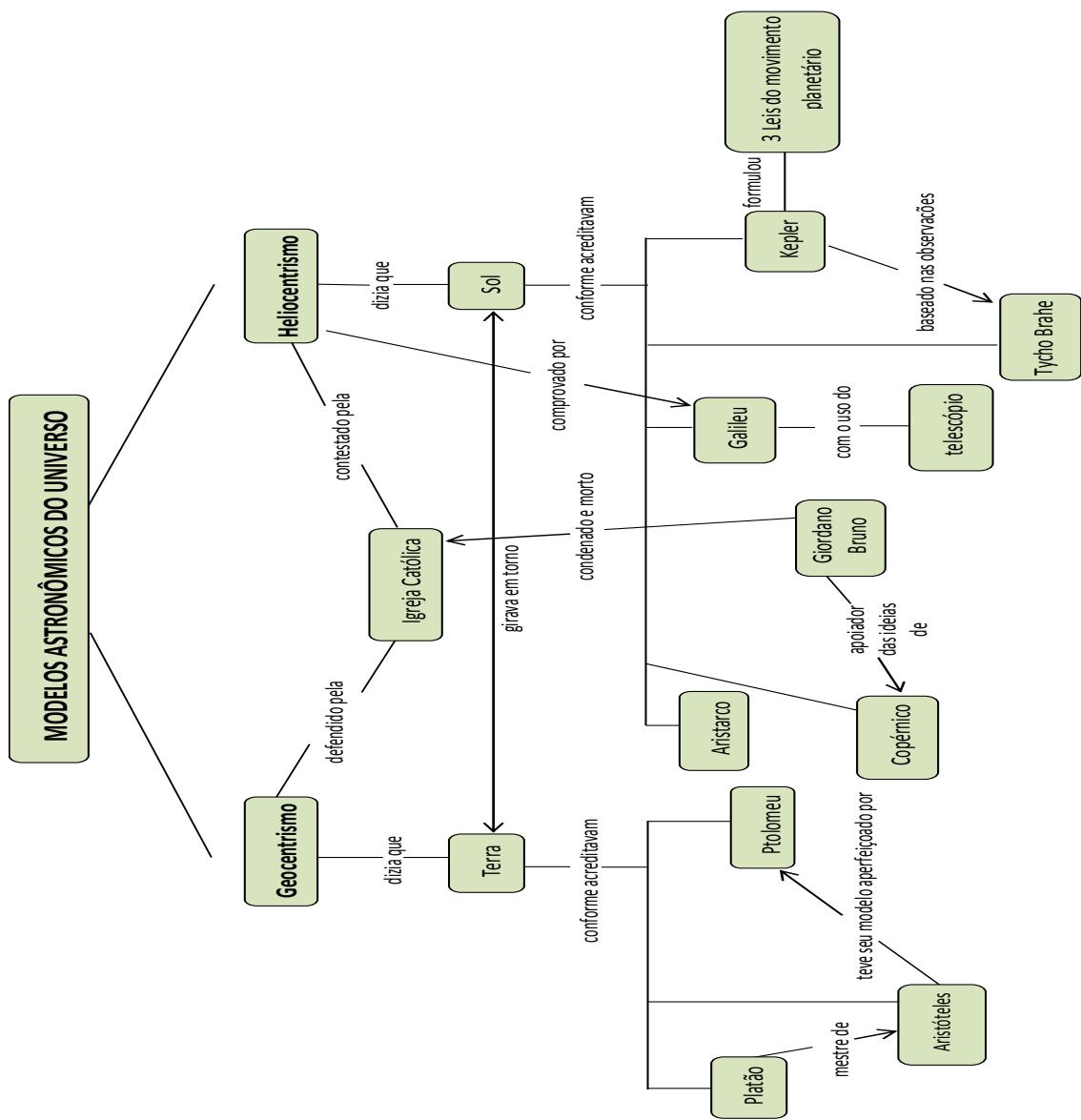


Figura 28: Mapa conceitual acerca dos modelos históricos astronômicos do Universo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Rotação da Terra

O movimento que o planeta Terra exerce em torno do seu próprio eixo imaginário, inclinado 23,5° em relação à linha imaginária perpendicular ao plano (plano da eclíptica) que define o movimento da Terra em torno do Sol, é denominado rotação e tem duração aproximada de 24 horas. Esse movimento se dá de leste para oeste. A Figura 29 a seguir demonstra o movimento de rotação do planeta Terra.

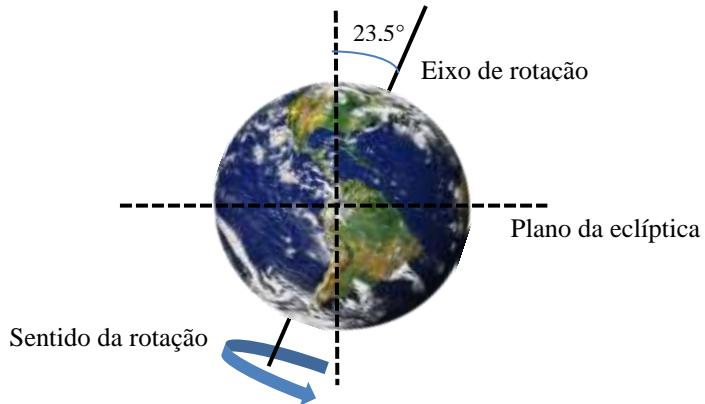


Figura 29: Movimento de rotação da Terra.

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

O movimento de rotação tem como consequência imediata a alternância dos dias (quando uma parte do globo terrestre recebe a luz do sol) e das noites (quando uma parte do globo terrestre não recebe a luz do sol). De acordo com a Figura 30, enquanto no Brasil é dia, por exemplo, no Japão é noite. Aproximadamente 12 horas depois ocorre o inverso.



Figura 30: “Dia” e “noite” no Brasil.

(“Dia” às 14h44min em 05/09/2019 à esquerda e “noite” às 2h44min em 06/09/2019 à direita)

Fonte: Solar System Scope.

Translação da Terra

Juntamente com o movimento de rotação em torno do seu eixo, a Terra gira em torno do Sol. Esse movimento, denominado translação é realizado em aproximadamente 365 dias e 6 horas, determinando assim, os anos terrestres. A cada 4 anos, as 6 horas resultam em um dia

a mais no calendário. Esses anos com duração de 366 dias são chamados bissextos, cujo acréscimo se dá tradicionalmente no mês de fevereiro. Além da sucessão dos anos terrestres, a translação do planeta (Figura 31) está relacionada com as estações do ano.



Figura 31: Translação da Terra.

Fonte: Solar System Scope.

Estações do ano

Durante o movimento de translação da Terra ao redor do sol, a inclinação do eixo de rotação da Terra em relação ao plano de sua órbita faz com que por um determinado tempo, um hemisfério de cada vez esteja “inclinado” para o sol absorvendo com maior intensidade a radiação solar incidente. Devido a essa inclinação, as estações do ano são invertidas nos hemisférios. O movimento aparente do sol faz com que o mesmo ocupe diferentes posições sobre a eclíptica, determinando o início das estações.

Aproximadamente em 21 de dezembro ocorre o solstício de verão, início do verão, dia mais longo do ano (e a noite mais curta) no hemisfério sul (Figura 32). Nesse período, os raios solares chegam à superfície terrestre em ângulos mais diretos para observadores localizados neste hemisfério, incidindo perpendicularmente sobre o Trópico de Capricórnio.

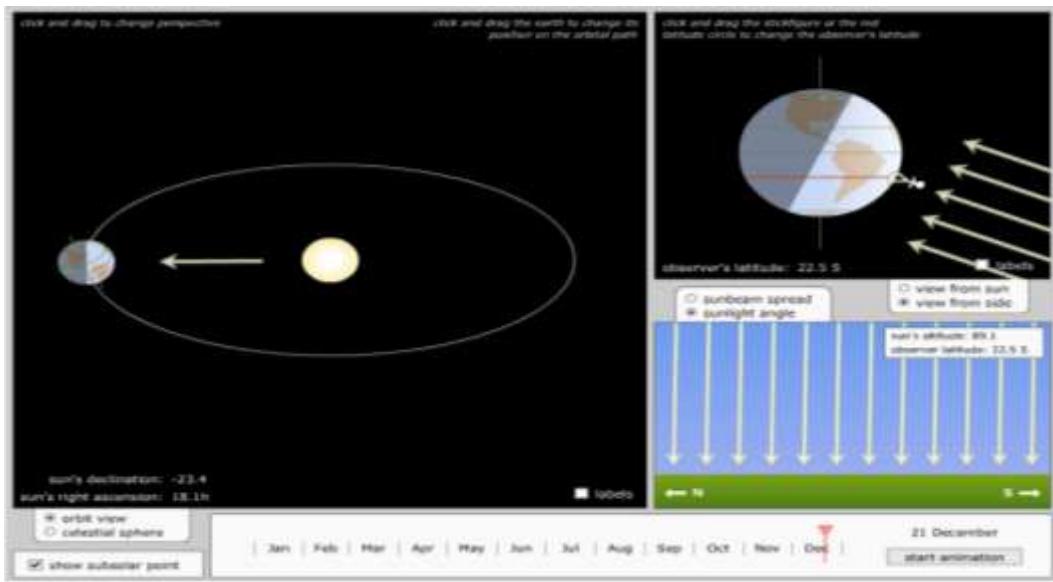


Figura 32: Solstício de verão no hemisfério sul.

Fonte: <http://astro.unl.edu/>

Enquanto isso, os raios solares atingem o hemisfério norte em ângulos mais inclinados, conforme Figura 33. Temos então, o solstício de inverno, início do inverno, dia mais curto do ano (e noite mais longa) no hemisfério norte.

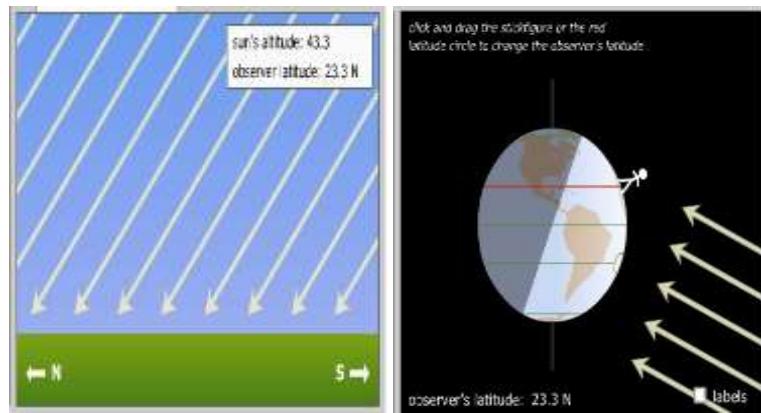


Figura 33: Incidência da radiação solar na superfície terrestre para um observador no hemisfério norte durante o solstício de inverno neste hemisfério.

Fonte: <http://astro.unl.edu/>

À medida que a Terra gira em torno do sol (simultaneamente a rotação do planeta), os dias (períodos iluminados pelo sol) começam a encurtar para observadores no hemisfério sul e aumentar para observadores no hemisfério norte. Em torno de 20 de março, os raios solares incidem perpendicularmente sobre a linha do Equador e os dois hemisférios são igualmente iluminados (Figura 34). Desse modo, dias e noites tem durações iguais, marcando o início do equinócio (dias e noites com durações iguais) de outono no hemisfério sul e de primavera no hemisfério norte.



Figura 34: Início do outono no hemisfério sul.

Fonte: <http://astro.unl.edu/>

Aproximadamente seis meses depois do solstício de dezembro (verão no HS e inverno no HN) a situação se inverte: o hemisfério norte fica mais “inclinado” para o sol e desse modo os raios solares atingem esses hemisférios em ângulos mais diretos. Em torno de 21 de junho ocorre o solstício de verão, início do verão, dia mais longo do ano (e a noite mais curta) no hemisfério norte. Nesse instante, os raios solares incidem diretamente sobre o Trópico de Câncer. Simultaneamente, inicia-se o inverno no hemisfério sul, dia mais curto do ano (e a noite mais longa) neste hemisfério, conforme simulado pela Figura 35.

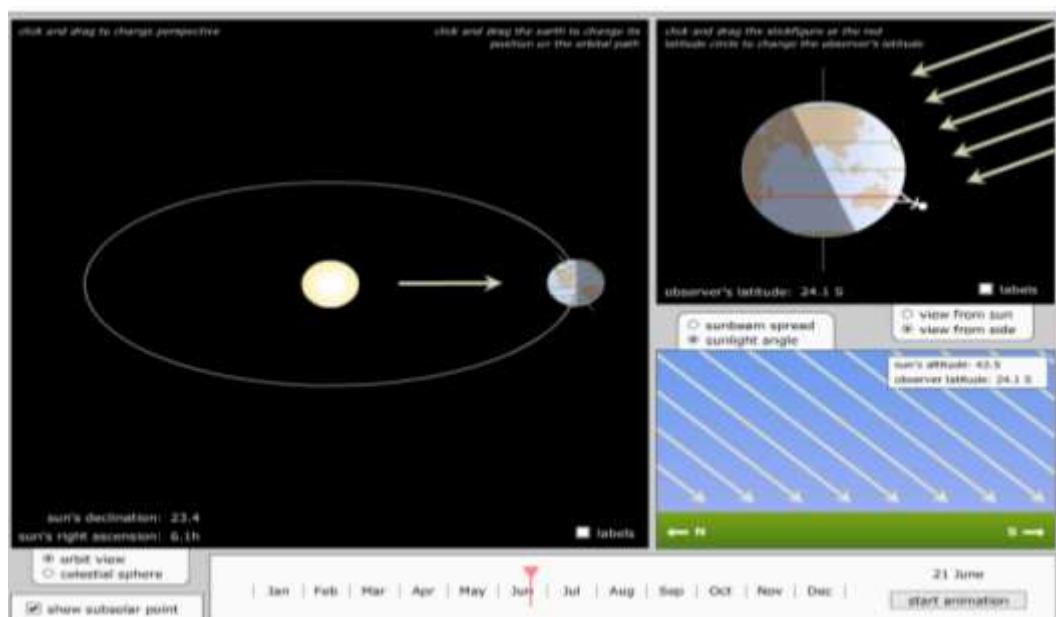


Figura 35: Solstício de inverno no hemisfério sul.

Fonte: <http://astro.unl.edu/>

A Figura 36 ilustra a densidade de raios incidentes na superfície terrestre durante o solstício de dezembro:

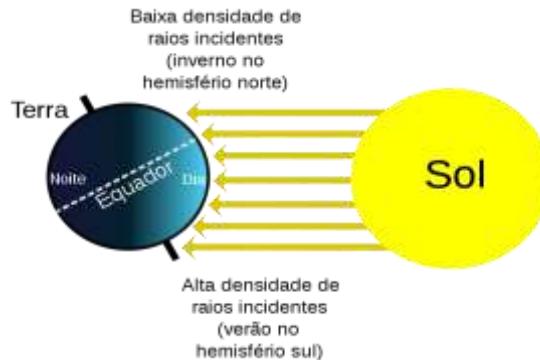


Figura 36: A incidência da radiação solar nos hemisférios.

Fonte: Retirado do repositório digital da Wikimedia Commons¹⁶

Com o passar do tempo, três meses após o solstício de junho (verão no hemisfério norte e inverno no hemisfério sul) os dias (períodos iluminados pelo sol) começam a encurtar para observadores no hemisfério norte e a aumentar para observadores no hemisfério sul até quando novamente, aproximadamente em 23 de setembro, os raios solares incidem perpendicularmente sobre a Linha do Equador marcando mais um equinócio (duração iguais do dia e da noite), o de primavera no hemisfério sul (Figura 37) e o de outono no hemisfério norte.

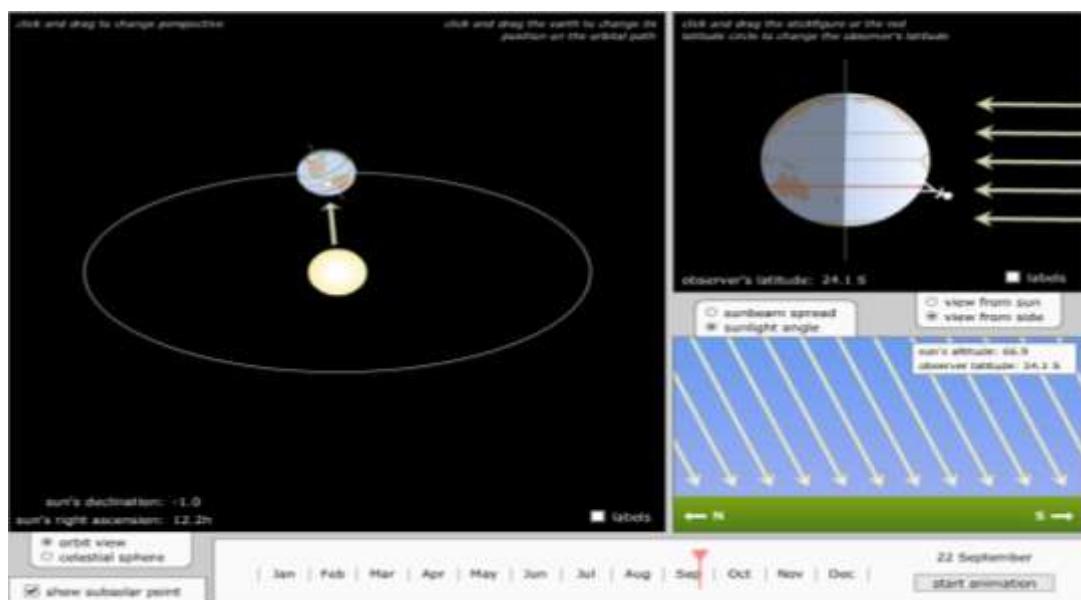


Figura 37: Início da primavera no hemisfério sul.

Fonte: <http://astro.unl.edu/>

¹⁶Disponível: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Está%C3%A7%C3%A3o_B5es.svg>. Acesso em: 29 set. 2019.

A figura 38 abaixo apresenta as posições ocupadas pela Terra ao longo do ano:

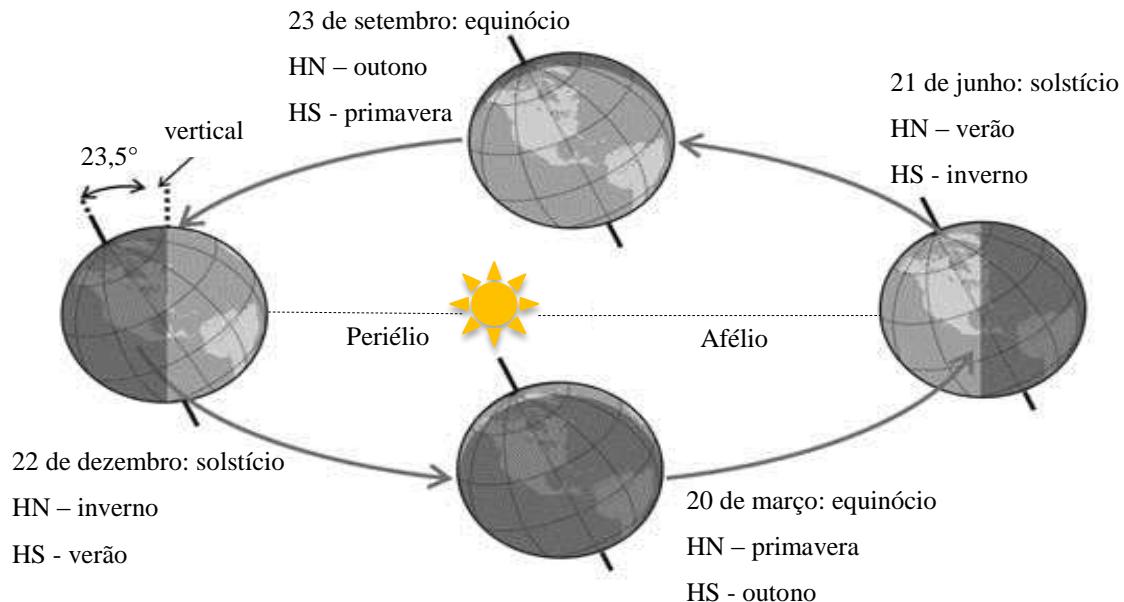


Figura 38: A terra durante os solstícios e equinócios (fora de escala).

Fonte: Adaptada de Fundação CEDERJ / Consórcio CECIERJ – Física – Volume 3 / 5^a edição - ICF 1.

Por que as estações do ano não se justificam devido à variação da distância Terra/Sol?

De acordo com Kepler e Saraiva (2014, p. 47) a intensidade solar I (quantidade de energia que chega à superfície da Terra por unidade de área por unidade de tempo) devido à potência S emitida pelo Sol poder ser expressa como:

$$I = \frac{S}{A} \quad (5)$$

$$I = \frac{S}{4\pi D^2} \quad (6)$$

onde $4\pi D^2$ é a área da superfície esférica de raio D com centro no Sol.

Pode-se, portanto, indicar a razão entre a Intensidade de energia recebida no periélio I_p e no afélio I_a :

$$\frac{I_p}{I_a} \quad (7)$$

Assim, tem-se que:

$$\frac{S}{4\pi D_p^2} / \frac{S}{4\pi D_a^2} = \frac{S}{4\pi D_p^2} \cdot \frac{4\pi D_a^2}{S} \quad (8)$$

Resultando em (visto que os outros fatores se cancelam):

$$\frac{I_p}{I_a} = \frac{D_a^2}{D_p^2} \quad (9)$$

onde a distância solar no afélio D_a e no periélio D_p varia com valores médios de $152,1 \times 10^9$ m a $147,1 \times 10^9$ m respectivamente (NASA, 2020).

Desse modo:

$$\frac{152^2}{147^2} \cong 1,069$$

Que representa uma diferença de cerca de 7%, sendo insuficiente para explicar as grandes variações de temperaturas observadas em janeiro e junho, por exemplo.

Devido à inclinação do eixo de rotação terrestre, a altura máxima (e consequentemente o tempo de permanência) do Sol pode variar de acordo com o local, a hora e dia do ano, conforme ilustrado na Figura 39, influenciando assim quantidade de energia solar que atinge uma unidade de área da Terra.

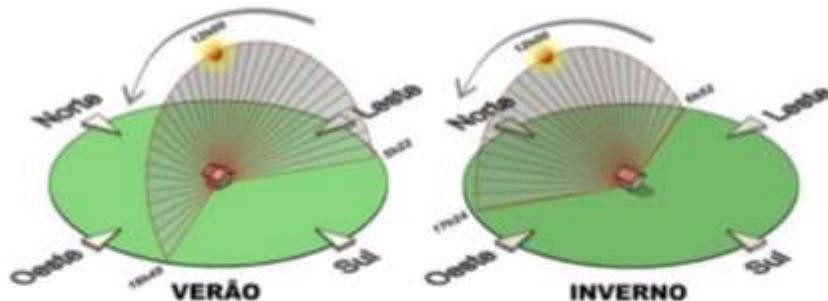


Figura 39: O “percurso” do Sol.

Fonte: Retirado do Portal 44 Arquitetura¹⁷.

¹⁷ Disponível em: <<http://44arquitetura.com.br/2014/04/tecnicas-de-orientacao-solar-no-projeto/>>. Acesso em: nov. 2019.

A Figura 40 ilustra a esfera celeste em um plano perpendicular à direção Oeste-Leste, representando a passagem meridiana do sol se deslocando da parte leste para a parte oeste em relação ao horizonte em certa latitude sul, sendo que a altura do polo sul celeste em relação ao horizonte é igual à latitude local, fazendo o equador celeste um ângulo de 90° com os polos celestes.

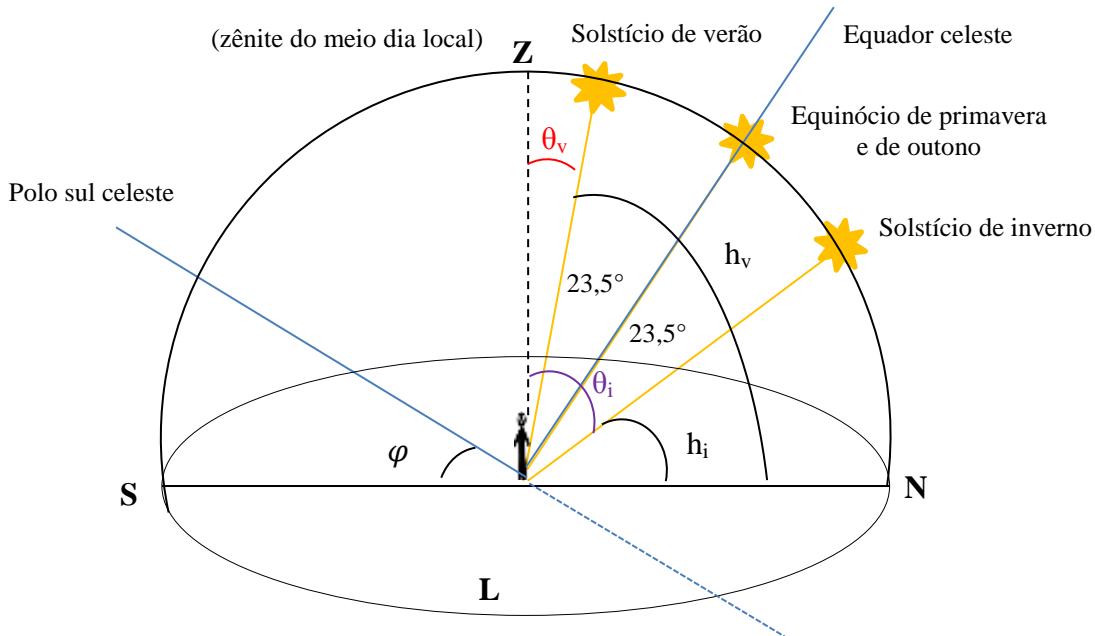


Figura 40: A máxima altura solar nos solstícios e equinócios.

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Pode-se observar que a máxima altura solar observada próximo do meio dia local em relação ao horizonte nos solstícios de verão e de inverno será igual à altura do equador celeste ($90^\circ - \text{latitude } (\varphi) \pm \text{declinação}$). Logo, a máxima altura do sol no solstício de verão e de inverno em relação ao horizonte é dada respectivamente por:

$$h_v = 90^\circ - \varphi + 23,5^\circ \quad (10)$$

$$h_i = 90^\circ - \varphi - 23,5^\circ \quad (11)$$

Segundo Andrade (2020), para a cidade de Volta Redonda – RJ, por exemplo, cuja latitude φ é aproximadamente $22,5^\circ\text{S}$, a altura máxima do Sol no solstício de verão e de inverno é respectivamente:

$$h_v = 90^\circ - 22,5 + 23,5^\circ = 91,0^\circ \quad (\theta_v = 1^\circ \text{ do zênite ao meio dia local});$$

$$h_i = 90^\circ - 22,5 - 23,5^\circ = 44,0^\circ \quad (\theta_i = 46^\circ \text{ do zênite ao meio dia local}).$$

Considera-se I a intensidade de radiação solar (quantidade de energia solar que atinge uma unidade de área da Terra por unidade de tempo, também chamada de insolação) que pode ser expressa como a intensidade I_n :

$$I_n = \frac{S}{A} \quad (12)$$

onde S é a potência da radiação solar e A é a área perpendicularmente ao fluxo de energia.

Segundo raciocínio de Kepler e Saraiva (2014), estando o Sol (Figura 41) a certa altura h em relação ao horizonte, pode-se relacionar trigonometricamente a área do círculo de luz vinda do Sol A com a área na qual essa luz é espalhada A' :

$$\operatorname{sen}(h) = \frac{A}{A'} \quad (13)$$

Que fornece:

$$A' = \frac{A}{\operatorname{sen}(h)} \quad (14)$$

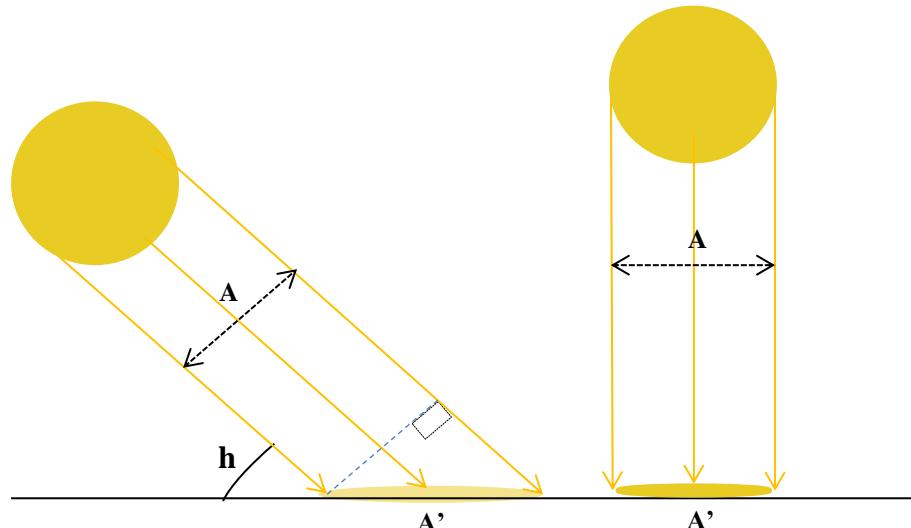


Figura 41: “Círculo” de luz vindo do sol demarcando a área A' sobre a qual a luz é espalhada.

Fonte: Elaborada pelo autor (2020) com base em Kepler e Saraiva (2014, p. 46)

Observa-se que a insolação depende do ângulo de incidência dos raios do Sol. Quanto mais inclinados os raios do sol chegarem à superfície da Terra maior será a área A' projetada por eles e consequentemente menor a insolação solar (quantidade de energia solar que atinge uma unidade de área da Terra por unidade de tempo). A insolação média, chamada de constante solar, que considera a distância média entre Terra e Sol vale 1367 W/m^2 (KEPLER; SARAIVA, 2014, p. 45).

Assim, as insolações do local (quantidade de energia por unidade de área e por unidade de tempo que chega a determinado local) no solstício de verão (I_v) e no solstício e inverno (I_i) para Volta Redonda podem ser expressos respectivamente por:

$$I_v = \frac{S}{A_v} \quad (15)$$

$$I_i = \frac{S}{A_i} \quad (16)$$

Sendo A_v e A_i as áreas nas quais a luz do sol é espalhada nos solstício de verão e de inverno respectivamente:

$$A_v = \frac{A}{\sin(h_v)} \quad (17)$$

$$A_i = \frac{A}{\sin(h_i)} \quad (18)$$

Sendo praticamente constante a insolação solar é possível relacionar as insolações do local expressas pelas equações 15 e 16, obtendo-se:

$$\frac{I_v}{I_i} = \frac{A_i}{A_v} \quad (19)$$

Substituindo as equações 17 e 18 na equação 19, vem que:

$$\frac{I_v}{I_i} = \frac{\frac{A}{\sin(h_v)}}{\frac{A}{\sin(h_i)}} \quad (20)$$

Resultando em:

$$\frac{I_v}{I_i} = \frac{\sin(h_v)}{\sin(h_i)} \quad (21)$$

Para a cidade de Volta Redonda:

$$\frac{I_v}{I_i} = \frac{\sin(91)}{\sin(44)} \cong \frac{1}{0,69} \cong 1,44$$

O que representa uma diferença de aproximadamente 44% na intensidade de energia recebida pela superfície terrestre entre o verão e inverno nessa latitude, sendo esta diferença a principal responsável pelo aumento da temperatura média. Isto quer dizer que 44% é a diferença de energia que atinge uma área de 1m^2 e a cada 1s, entre o verão e o inverno nessa latitude.

Analogamente, Kepler e Saraiva (2014) obtiveram uma insolação 66% maior no verão do que no inverno para a cidade de Porto Alegre (RS), cuja latitude é 30°S.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C. O. Proposta de UEPS para Ensino de Tópicos de Astronomia: dia/noite e as estações do ano. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, RJ, 2020.
- BIDERMAN. 1 Vídeo (09:59 min). Espaçonave Terra – Semana 01, 2004. Publicado pelo Canal Biderman, 2004. Disponível em < <https://www.youtube.com/watch?v=2M5NgPgzs>>. Acesso em: mar. 2019.
- CAMPOS, Jose Adolfo S. Introdução às Ciências Físicas 1. v. 3 – 5. ed. – Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2009.
- DIAS, W. S.; PIASSI, L. P. C. Por que a variação da distância Terra-Sol não explica as estações do ano? Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, p. 325-329, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v29n3/a03v29n3.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2018.
- GUIMARÃES, O; PIQUEIRA, J.R, CARRON, W. Física – Ensino Médio. Volume 1: Mecânica. 7 ed. São Paulo : Ática, 2016.
- HALLIDAY, D; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de Física. Volume 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.
- KEPLER, S. O.; SARAIVA, M. F. O. Astronomia e Astrofísica. Porto Alegre: Ed. Universidade / UFRGS, 2014.
- LEE, K. The Nebraska Astronomy Applet Project: Astronomy Simulations and Animations. Software de Simulação. Ago. 2008. Disponível em: <https://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/eclipticsimulator.html>. Acesso em: 2 fev. 2019.
- LEE, K. The Nebraska Astronomy Applet Project: Astronomy Simulations and Animations. Software de Simulação. ago. 2008. Disponível em: <https://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/daylighthoursexplorer.html>. Acesso em: 2 fev. 2019.
- MOREIRA, M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. Aprendizagem significativa em revista. V. 1, n. 2, 2011, p. 43-63. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2018.
- MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. 2. ed. São Paulo: E.P.U., 2019.
- ORTELAN, G. 1 Vídeo (26 seg). Rede Globo reforça ignorância científica – Jornal Nacional, 2012. Publicado pelo Canal Gabriela Ortelan, 2012. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=H2aq1-48R4c>>. Acesso em: 10 mar. 2019.