

ASTRONOMIA BÁSICA EM PERSPECTIVA:

Um guia sobre as estações do ano

Michel Corci Batista
Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior
Luana Paula Goulart de Menezes
Veridiane Cristina Martins
Taisy Fernandes Vieira
Carlos Alberto de Oliveira Magalhães Júnior



Atena
Editora

Ano 2020

ASTRONOMIA BÁSICA EM PERSPECTIVA:

Um guia sobre as estações do ano

Michel Corci Batista
Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior
Luana Paula Goulart de Menezes
Veridiane Cristina Martins
Taisy Fernandes Vieira
Carlos Alberto de Oliveira Magalhães Júnior



Atena
Editora

Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba

Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí

Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional

Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia

Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais

Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos

Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo

Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas

Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília

Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás

Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia

Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases

Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil

Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita

Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí

Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora

Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé

Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas

Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo

Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária

Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná

Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina

Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro

Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Astronomia básica em perspectiva: um guia sobre as estações do ano

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário: Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Autores: Michel Corci Batista
Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior
Luana Paula Goulart de Menezes, *et al.*

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A859 Astronomia básica em perspectiva: um guia sobre as estações do ano / Michel Corci Batista, Edson Ribeiro De Britto De Almeida Junior, Luana Paula Goulart De Menezes, et al. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Outros autores
Veridiane Cristina Martins
Taisy Fernandes Vieira
Carlos Alberto De Oliveira Magalhães Júnior

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-523-5
DOI 10.22533/at.ed.235202810

1. Astronomia. 2. Estudo e ensino. 3. Estações do ano. 4. Recursos didáticos. 5. Formação de professores. I. Batista, Michel Corci. II. Almeida Junior, Edson Ribeiro De Britto De. III. Menezes, Luana Paula Goulart De. I. Título.

CDD 520.7

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

Autores

MICHEL CORCI BATISTA



Possui graduação em Física pela Universidade Estadual de Maringá (2005) e mestrado em Educação Para a Ciência e o Ensino de Matemática pela Universidade Estadual de Maringá (2009) e doutorado em Educação para a Ciência e Matemática pela Universidade Estadual de Maringá (2016). É professor Adjunto do departamento de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus de Campo Mourão e professor permanente do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física (UTFPR - Campo Mourão), do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza (UTFPR - Londrina) e do programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática da Universidade Estadual de Maringá. É representante da NASE (*Network for Astronomy School Education*) no Brasil. Atualmente exerce a função de coordenador Adjunto do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física UTFPR/CM. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Ensino em Física e Astronomia, atuando principalmente nos seguintes temas: Métodos e Técnicas para o Ensino de Ciências (Física) e/ou Astronomia; Processos e sequências de Ensino e Aprendizagem para o Ensino de Ciências (Física) e/ou Astronomia; Formação inicial de professores para o Ensino de Ciências (Física) e/ou Astronomia; Formação continuada de professores para o Ensino de Ciências (Física) e/ou Astronomia; Perspectiva CTS; Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Ciências (Física) e/ou Astronomia; Interdisciplinaridade; História e Filosofia da Ciência.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4568162557688883>

EDSON RIBEIRO DE BRITTO DE ALMEIDA JUNIOR



Licenciado em Física pela Universidade Estadual de Maringá – UEM. Mestre e doutorando em Educação para Ciência e a Matemática pelo programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e Matemática PCM – UEM. Professor no Colégio Conexão COC, na Faculdade União de Campo Mourão (UNICAMPO) e na Faculdade Terra. Tem experiência na área de Física e Matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: Ensino de Física, Robótica Educacional, Tecnologias na Educação Matemática, Jogos Digitais Pedagógicos, Educação em Astronomia e Representações Sociais.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7820499688686517>

LUANA PAULA GOULART DE MENEZES



Possui graduação em Matemática (2013) e mestrado em Matemática (2018) pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), especialização em Metodologia e Docência do Ensino Superior pelo Instituto Eficaz (2014). Atualmente é doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência e a Matemática (PCM) da Universidade Estadual de Maringá. Tem experiência na área de Educação Científica com ênfase em História das Ciências, atuando principalmente nos seguintes temas: Johannes Kepler, Astronomia, Cosmologia, Hipóteses Astronômicas e Geometrias.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3115523471583817>

VERIDIANE CRISTINA MARTINS



Possui graduação em Física pela Faculdade do Centro do Paraná (2008), especialização em educação especial pela Faculdade de Paraíso do Norte – FA-PAN (2012) e mestrado em Ensino de Física pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão. É professora da educação básica desde 2014. Tem experiência na área de Física e Matemática, com ênfase em Ensino em Ciências e Astronomia.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5359574898206465>

TAISY FERNANDES VIEIRA



Possui graduação em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário FAG (2009) e em Física pela Faculdade da Grande Fortaleza – FGF (2015), especialização em Didática e Metodologias de Ensino pela faculdade de Ensino Superior Dom Bosco (2010). Atualmente é mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEF) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão. É professora da SEED desde 2007. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Ensino em Física e Astronomia, atuando principalmente nos seguintes temas: Métodos e Técnicas para o Ensino de Ciências (Física) e/ou Astronomia; Processos e sequências de Ensino e Aprendizagem para o Ensino de Ciências (Física) e/ou Astronomia

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8794555490586032>

CARLOS ALBERTO DE OLIVEIRA MAGALHÃES JÚNIOR



Licenciado em Ciências pela Universidade Estadual de Maringá (2002), Especialista em Educação pela Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR/Campo Mourão (2004), Mestre em Ensino de Ciências (Modalidade Física) pela Universidade de São Paulo - USP (2007); Doutor em Ciências pela Universidade Estadual de Maringá - UEM (2011) e Pós-doutor em Educação em Ciências pela Universidade do Minho - UMinho/PT (2016) e em Educação pela Universidade Federal Fluminense (2018). É professor Associado do Departamento de Ciências; do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática - PCM e do Programa de Pós-Graduação Mestrado em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais - PROFCIAMB, da UEM. Coordena o Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências, Formação de Professores e Representações Sociais - CIENCIAR, membro do Grupo de Pesquisa GETEPEC, da UEL, e parceira em pesquisa com o CIEC, do Instituto de Educação da UMinho de Portugal. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Ensino de Ciências, atuando principalmente nos seguintes temas: formação de professores e representações sociais. Atualmente é Bolsista de Produtividade em Pesquisa (PQ-2) do CNPq.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3766552181829432>

Prefácio

O ensino de Astronomia Básica na Educação Básica, mais especificamente no Ensino Fundamental II, sempre foi muito prejudicado nas escolas por dois grandes motivos: o primeiro é que normalmente os professores de Ciências não tiveram uma disciplina de Astronomia durante a sua formação inicial, o que dificulta muito que esses professores consigam trabalhar com a Astronomia em suas aulas (felizmente essa é uma realidade que está mudando, de forma lenta, mas está mudando, com cada vez mais cursos de Licenciatura em Ciências ou Biologia inserindo disciplina de Astronomia em suas componentes curriculares); o segundo motivo é que a maioria dos autores de livros didáticos dão pouca importância para os conteúdos de Astronomia, provavelmente por já saberem de antemão do problema com a formação desses professores.

Nos últimos anos, muitas pesquisas têm sido realizadas analisando essa realidade, apresentando propostas e caminhos a serem seguidos para um efetivo ensino de Astronomia no Ensino Fundamental II, com isso, a situação vem melhorando aos poucos.

Dentro desse contexto, o conteúdo abordado neste livro faz parte de 3 dissertações de mestrado de pesquisas nessa área e, por mais que ele seja baseado em 3 pesquisas diferentes, seu conteúdo está muito bem conectado, como se todo esse conteúdo tivesse sido produzido para este livro e isso facilita bastante o cumprimento de seu objetivo primordial, que é servir de material básico para professores.

A estruturação desse livro em trabalhar com os conceitos teóricos e atividades práticas sobre as Estações do ano a partir das dimensões necessárias para explicá-las, sendo elas Clima e Tempo, Astronomia do Sistema Solar e a Física da Luz, fazem dessa produção um texto muito bem organizado, fácil de entender e fácil de ser reproduzido e isso é muito importante quando o material é voltado para professores.

O livro começa pela introdução onde é apresentado um breve contexto sobre o ensino de Astronomia, na sequência o Capítulo 1 foca os aspectos teóricos que permitem compreender todos os fatores que explicam as estações do ano, com a vantagem de envolver várias disciplinas, tais como Física, Matemática e Geografia, o que pode permitir aos professores planejar um trabalho interdisciplinar ao trabalhar com a temática das Estações do ano. O Capítulo 2 é reservado para a apresentação das 3 propostas de atividades práticas sobre as Estações do ano e estão todas muito bem estruturadas com os conteúdos a serem trabalhados, os materiais necessários, os procedimentos para a realização da atividade, uma questão motivadora e uma discussão sobre a atividade. Resumindo, o livro é um material muito bem planejado, bem estruturado, bem escrito, de fácil leitura e com as atividades apresentadas sendo fáceis de serem reproduzidas por professores e por quaisquer pessoas interessadas pelo assunto.

Aproveitem a leitura!

Prof. Dr. Ricardo Francisco Pereira
Departamento de Física/Universidade Estadual de Maringá
www.recursosdefisica.com.br

Sumário

Introdução	9
1 Estações do ano: aspectos teóricos	11
1.1 Coordenadas geográficas	14
1.2 Astronomia de Posição	15
1.3 Sobre a órbita elíptica	22
1.4 A inclinação do eixo da Terra	26
1.5 Insolação	33
2 Atividades práticas	38
2.1 Estabelecendo explicações para as estações	39
2.2 Verificando as variações de inclinação dos raios de sol.	45
2.3 A variação da insolação	48
Considerações Finais	51
Referências	53
Anexos	55

Introdução

A Astronomia é um dos assuntos científicos mais expostos pela mídia. Os conceitos astronômicos são os responsáveis por explicarem vários fenômenos presente em nosso cotidiano, como as viagens espaciais, as fases da Lua, as estações do ano, entre outros. A imagem desta última é geralmente associada a ilustrações de mudanças bruscas no clima: mas em todas as localizações geográficas do mundo esse fato é notado? Compreender como ocorre o inverno, primavera, verão e outono, em diferentes regiões trará respostas para essa pergunta e envolverá o entendimento de várias dimensões, sendo que algumas delas será a capacidade de conciliar observações, evidências e explicação, elementos esses que fazem parte do trabalho científico. Além disso, entender como o clima se comporta no decorrer do ano em diferentes regiões contribui para a inserção em discursos sobre questões mais amplas e que fazem parte do debate científico atual, como o aquecimento do planeta.

Um último ponto, não menos importante, é que a habilidade de explicar as estações pode ser pensada como a interseção entre o conhecimento sobre a física da luz, a astronomia do sistema solar, clima e tempo, como organizaram os autores Sneider, Bar, Kavanagh (2011) no diagrama que reproduzimos na sequência. Todos esses elementos citados envolvem reconhecer padrões nas mudanças de temperatura, na posição do sol, conhecer como é a órbita da terra e como o formato esférico afeta as observações

(PLUMMER; MAYNARD, 2014).

Figura 0.1: Habilidade de explicar as estações do ano.



Fonte: Nossa reprodução de Sneider, Bar e Kavanagh (2011).

Com as ideias acima, nosso intuito é de reunirmos essas dimensões de maneira mais didática possível, direcionando a escrita para professores e demais curiosos sobre o assunto. Para a organização do material dividimos o conteúdo em dois capítulos: o primeiro que visa uma discussão dos aspectos conceituais sobre o tema e o segundo que propõe atividades práticas para o ensino. É importante escrevermos que parte das ideias que aqui serão expostas, foram apresentadas nos trabalhos de dissertação de três autores deste trabalho¹.

¹“A orientação geográfica e a medição do tempo pela Geometria da posição aparente dos astros” da autora Luana Paula Goulart de Menezes, “Um estudo sobre as representações sociais de alunos concluintes do ensino fundamental sobre as estações do ano” do autor Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior e “Noções Básicas de Astronomia para os anos finais do ensino fundamental: movimento aparente do sol e estações do ano” da autora Veridiane Cristina Martins.

Capítulo 1

Estações do ano: aspectos teóricos

1.1	Coordenadas geográficas	14
1.2	Astronomia de Posição	15
1.3	Sobre a órbita elíptica	22
1.4	A inclinação do eixo da Terra	26
1.5	Insolação	33

De acordo com o dicionário crítico e etimológico da língua portuguesa de Francisco Solano Constâncio a palavra estação tem origem no latim *satio* e *onis*, “tempo da sementeira de grãos e de plantar; de *sero*, *ere*, *satum*, semear”. Essa origem do termo nos lembra as mais diversas histórias sobre suas explicações. Sneider, Bar e Kavanagh (2011), citam que talvez uma das mais conhecidas no ocidente seja a história de Perséfone, sequestrada por Hades e levada para viver no submundo como sua esposa. Deméter, sua mãe, ficou de luto e todas as coisas verdes morreram. Zeus, que não podia permitir isso, forçou Hades a devolver Perséfone. Contudo, Hades ofereceu romã para deusa, fruta que significa a morte para os Helenos e que estabeleceria um elo com o mundo dos mortos. Desse modo, teria que

passar uma parte do ano vivendo no ambiente subterrâneo. Tal relação do mito justifica as estações do ano e o período de colheita:

[...] o período em que as plantações floresciam e os grãos poderiam ser colhidos, era devido ao fato de Deméter estar feliz, pois eram os meses que sua filha passava ao seu lado. Já os meses de estiagem ou de inverno, em que o alimento não nascia, eram os meses de tristeza da deusa, pois sua filha estava ao lado de seu marido no mundo subterrâneo. Desta forma, Deméter nada fazia crescer. O alimento só floresceria novamente quando Perséfone voltasse ao seu lado, e assim ocorria sucessivamente este ciclo ctônico (BARBOSA, 2014, p. 112).

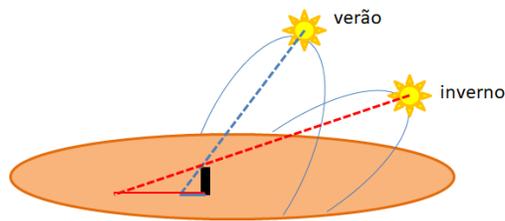
Os filósofos gregos em um período posterior são creditados com o desenvolvimento de teorias que explicavam as estações sem recorrer ao sobrenatural. Aristóteles (384-322 a. C.) apresentou um modelo no qual a terra estaria no centro de uma grande esfera de estrelas fixas com outras esferas cristalinas encaixadas no interior que carregavam o Sol, Lua, Mercúrio, Vênus, Marte, Saturno e Júpiter. Mais tarde esse modelo foi refinado por Ptolomeu (90-168 d.C). O sol que percorre o céu entre as doze constelações do zodíaco, completou um círculo uma vez por ano:

No Inverno, o Sol estava localizado perto de constelações que se elevavam muito baixo no céu e permaneciam levantadas apenas por algumas horas, por isso o tempo estava frio. No Verão o Sol estava localizado perto de constelações que subiam muito mais alto no céu e se mantinham levantadas por um período mais longo, para que pudesse aquecer mais a Terra. Durante mais de 2000 anos o movimento anual do Sol entre as estrelas continuou a ser a explicação científica (em oposição à explicação mitológica) para as estações do ano (SNEIDER; BAR; KAVANAGH, 2011, p. 4).

O fato acima pode ser notado quando usamos um gnómon (haste perpendicular ao plano do solo) e observamos a sua sombra ao meio-dia solar ao

longo do ano: como mostramos na representação a seguir o comprimento da sombra possui variação ao longo do ano e como veremos adiante esses valores não serão constantes para todas as localizações geográficas.

Figura 1.1: Estações do ano e o gnômon.



Fonte: Plataforma Khan Academy, Ana Lúcia C. F. Souto.

Com Copérnico (1473-1543) com sua obra *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (Sobre as revoluções das esferas celestes), temos uma explicação mais próxima da moderna:

A rotação diária da Terra em seu eixo faz com que o Sol, a Lua e as estrelas pareçam se movimentar pela Terra uma vez por dia, e o movimento anual da Terra em torno do Sol, associado à inclinação do seu eixo em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol, causa as diferenças *observadas* no caminho do Sol através do céu e altera o número de horas de luz do dia (SNEIDER; BAR; KAVANAGH, 2011, p. 4, grifo dos autores).

Para entendermos melhor a descrição acima é necessário alguns conhecimentos básicos sobre geografia e astronomia, que apresentaremos nas próximas seções.

1.1 Coordenadas geográficas

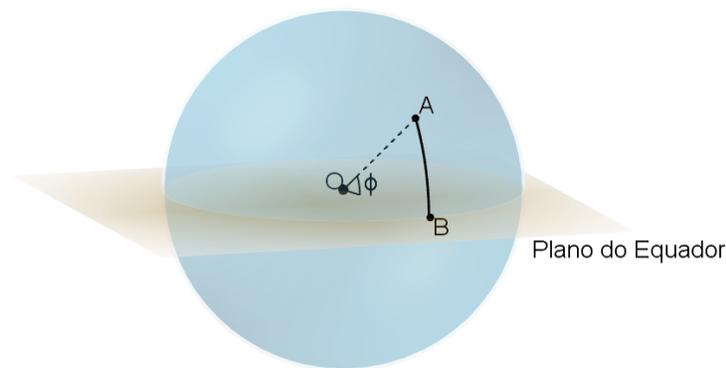
Antes de iniciarmos o estudo das coordenadas astronômicas, vamos discutir a respeito das coordenadas geográficas, cujas coordenadas são a latitude e a longitude.

Como podemos ver em mapas, existe uma linha imaginária horizontal que divide a terra em duas metades (Hemisfério Norte e Hemisfério Sul), essa linha denomina-se Linha do Equador (palavra de origem latina, *aequatore* que quer dizer “o que iguala”). Tomando como referência a Linha do equador, vejamos abaixo a definição de latitude.

Definição 1.1 *Latitude* é a distância em graus de qualquer ponto da superfície terrestre até a Linha do Equador. A distância em graus será de 0° na Linha do Equador até 90° para o Norte ou 90° para o Sul.

Em um modelo em que a terra é representada por uma esfera, a latitude de um certo ponto sobre a terra é o ângulo que o segmento que une esse ponto ao centro da terra (esfera) faz com o plano do Equador. Na figura abaixo, por exemplo, temos que a latitude da localização A é o ângulo ϕ .

Figura 1.2: Latitude de A (GeoGebra)



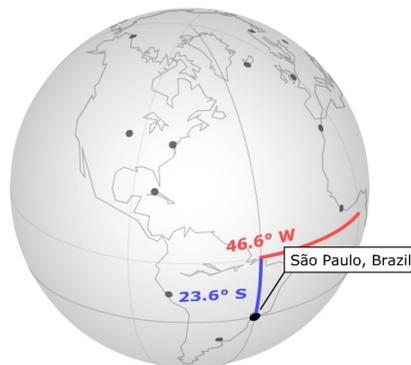
Fonte: Nossa autoria.

A linha de referência para definir o conceito de longitude será o meridiano de *Greenwich* localizada na posição vertical e que divide a superfície terrestre em dois hemisférios, o oriental e ocidental.

Definição 1.2 *As linhas imaginárias posicionadas verticalmente (meridianos) determinam a longitude, que é definida como a distância em graus de qualquer ponto da superfície terrestre até o Meridiano de Greenwich. A longitude varia de 0° (no Meridiano de Greenwich) a 180° para oeste e 180° para leste.*

Para efeitos práticos, usam-se as siglas para os pontos cardeais: N=Norte (*North*), S=Sul (*South*), E ou L para Leste (*East*), O ou W para Oeste (*West*). Na figura a seguir temos a latitude e longitude da cidade de São Paulo, 23.6° ao sul do equador e 46.6° ao oeste do Meridiano de Greenwich.

Figura 1.3: Coordenadas Geográficas.



Fonte: Nossa autoria.

1.2 Astronomia de Posição

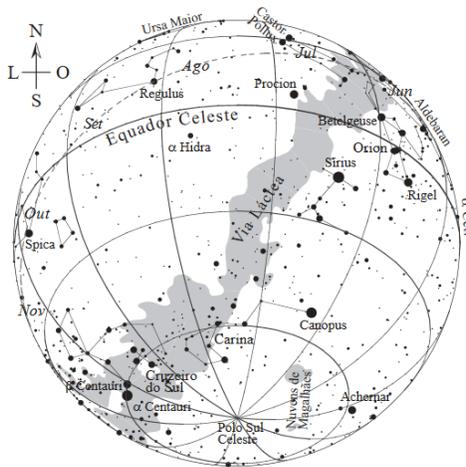
A *Astronomia de Posição* ou *astrometria*, segundo Arana (2000):

Também conhecida como Astronomia Esférica ou Astronomia de Campo utiliza-se dos astros para o posicionamento e orientação na superfície da Terra, ou seja, utiliza-se de métodos e técnicas para obter as coordenadas astronômicas de um ponto (ARANA, 2000, p. 8).

Com intuito de criarmos tal posicionamento e orientação para o estudo dos sistemas de coordenadas astronômicas temos o conceito de esfera celeste exposto a seguir.

Definição 1.3 *A esfera com centro no observador e raio infinito recebe o nome de esfera celeste. Mas como seu raio é infinito, qualquer observador situado sobre a superfície da terra pode se considerar igualmente situado em seu centro. Qualquer astro (Sol, Lua etc) em um dado instante está situado em um ponto da esfera celeste. Tal ponto resulta do prolongamento ad infinitum da direção no espaço que vemos o astro¹.*

Figura 1.4: Representação da Esfera Celeste.

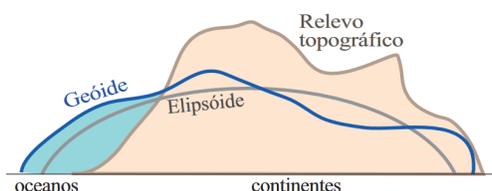


Fonte: LIMA NETO (2020).

¹Definição baseada em Lima Neto (2020) e Santiago (2005).

Por falar em esfera, é importante ressaltar que a Terra não é uma esfera perfeita. Aproximadamente, é uma figura geométrica chamada geoide ou ainda, por às vezes referido, um elipsoide de rotação (com uma diferença entre ambos que não ultrapassa 107 m)². Na próxima figura temos uma ilustração da forma aproximada da Terra por algumas representações.

Figura 1.5: Representações – Geoide, Elipsoide e Relevo Topográfico.



Fonte: LIMA NETO (2020).

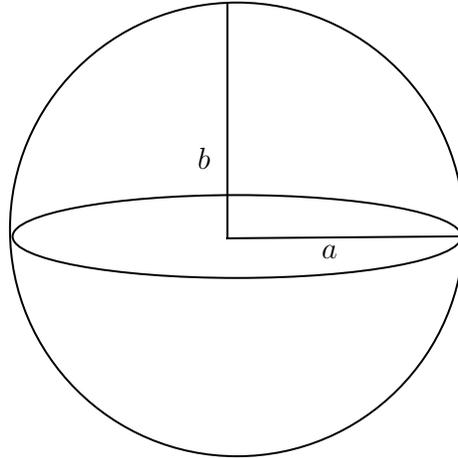
Segundo Lima Neto (2020), a superfície equipotencial define o Geoide a aproximadamente no nível do mar. A topografia se faz presente com montanhas e vales a diferentes altitudes em relação ao nível do Geoide. Na referência padrão WGS-84 (*World Geodetic System*) temos o elipsoide (ver Figura 1.6), seu achatamento é de $f = (a-b)/a$, em que $a = 6378137,000 m$ é o raio equatorial (semieixo maior) e $b = 6356752,3142 m$ é o raio polar (semieixo menor), desse modo temos que $f = 1/298,257223563$.

Contudo, devido ao pequeno achatamento para nós será suficiente considerarmos o formato aproximado esférico. Outra observação é de que considerando a esfera celeste com raio infinito e colocando o observador no seu centro resulta em um erro mínimo, como aponta Lima Neto (2020):

Como a distância entre um observador qualquer e o centro da Terra (cerca de 6400 km) é muito menor que a distância aos astros (a Lua está, em média, a 380.000 km, o Sol a 150 milhões, e as estrelas estão muito além do sistema solar) o erro que se faz é, na maioria dos casos, desprezível (LIMA NETO, 2020, p. 1).

²Ver o artigo intitulado “A forma da Terra” de Fernando Lang da Silveira.

Figura 1.6: Uma representação dos raios a e b – Elipsoide WGS-84.



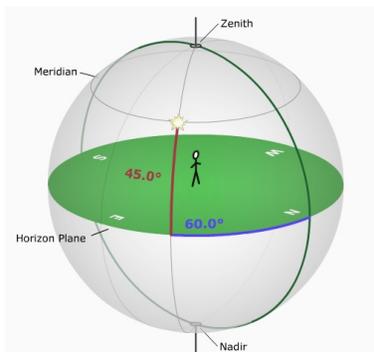
Fonte: Nossa autoria.

Tendo o conceito de esfera celeste definido, o primeiro sistema de coordenadas que veremos será o *sistema de coordenadas horizontais*. Nesse sistema (acompanhe pela Figura 1.7):

- O ponto que é chamado *zênite* e é o ponto da esfera acima da cabeça do observador. Isto é, Z é a interseção de uma reta perpendicular ao plano do observador, no qual se situam os pontos cardeais: norte (N), leste (E), sul (S) e oeste (W) com a esfera celeste.
- O plano que contém o zênite Z , os pontos cardeais N e S é denominado *plano meridiano*, cuja interseção com a esfera celeste (circunferência máxima) define o *meridiano astronômico do observador* (*linha meridiana*).
- A circunferência máxima que é a interseção do plano horizontal do observador com a esfera celeste é o *horizonte do observador*.
- O plano que contém o observador, o zênite e o astro é chamado de *vertical do astro*. A interseção do vertical do astro com a esfera celeste define uma circunferência máxima do plano vertical.

- A direção diretamente abaixo do observador, ou seja, o ponto da esfera celeste diametralmente oposto ao zênite é chamado *Nadir*.

Figura 1.7: Coordenadas Horizontais.



Fonte: *Astronomy Simulations and Animations (University of Nebraska–Lincoln)*.

A abscissa esférica no sistema horizontal é o *azimute* A , definido como o ângulo contado entre o plano meridiano e o vertical do astro, variando de 0° a 360° . Quando o astro intercepta o meridiano, seu azimute será 0° ou 180° . A ordenada esférica é a *altura* h , ângulo entre o plano horizontal do observador e o segmento definido pelo observador e pelo astro. A altura varia de 0° (astro no horizonte) a $\pm 90^\circ$ (astro no zênite ou nadir). Na Figura 1.7 temos que $A = 60^\circ$ e $h = 45^\circ$ são as coordenadas da estrela.

É comum substituir a altura h pela zenital z , que é o ângulo entre o segmento que vai do observador até o zênite e o segmento do observador até o astro. Desse modo, obtemos que a altura e a zenital são ângulos complementares, isto é:

$$h + z = 90^\circ$$

De acordo com Arana (2000) o sistema de coordenadas horizontais é local, uma vez que as coordenadas (A, h) dependem da posição do observador e da época da observação.

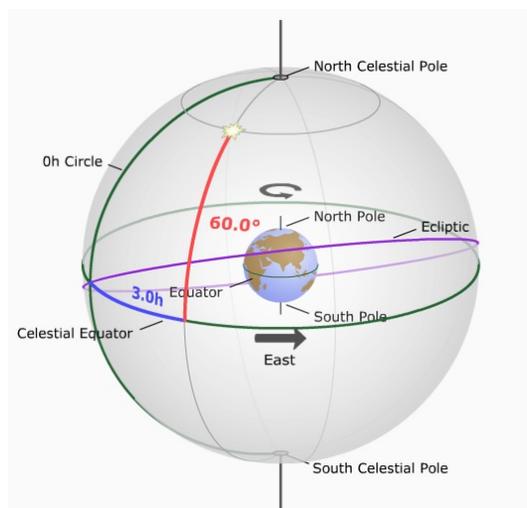
O que veremos a seguir é um sistema de coordenadas que não depende da posição do observador, ou seja, utilizável por todos os observadores.

Coordenadas Equatoriais

Assim como o horizontal, o sistema equatorial de coordenadas é baseado em dois ângulos e enquanto no sistema horizontal o plano de referência é o plano horizontal do observador, no sistema equatorial, o plano de referência é o plano que contém o equador da Terra e o equador celeste.

A condição básica para que este sistema seja universal, isto é, independa da posição do observador é o fato de haver um único plano equatorial reconhecido por todos os observadores. Como já vimos a esfera celeste tem raio infinito, logo é impossível reproduzi-la em uma figura. Porém, para que possamos visualizar os equivalentes celestes ao equador (equador celeste) e polos geográficos (polos celestes norte e sul) vamos considerar a Figura 1.8, representando a terra (esfera interna) e a esfera celeste (esfera externa)³.

Figura 1.8: Coordenadas Equatoriais.



Fonte: *Astronomy Simulations and Animations (University of Nebraska-Lincoln)*.

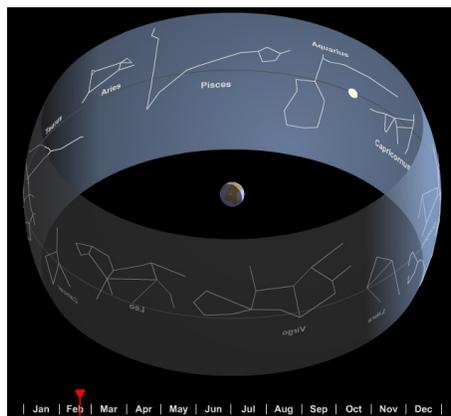
³Para entendermos melhor o sistema de coordenadas equatoriais e horárias, é importante que tenhamos em mente que o movimento de rotação da Terra acontece no sentido anti-horário. Isso significa que a Terra gira no sentido oeste-leste e desse modo, o movimento aparente do sol, para nós, ocorre do leste para o oeste.

Para compreender esse sistema de coordenadas faremos uma breve discussão do conceito de eclíptica.

Rodovia no céu

Segundo Ridpath (2011) podemos definir a eclíptica como sendo um rodovia que o Sol parece seguir contra as estrelas à medida que a Terra o orbita a cada ano. Como o eixo da terra possui uma inclinação de aproximadamente $23,5^{\circ}$ ⁴, a eclíptica forma esse ângulo com o equador celeste. As constelações do zodíaco é atravessada pela eclíptica (Figura 1.9) e os planetas orbitam em um plano estreito próximo a ela.

Figura 1.9: Constelações do zodíaco.



Fonte: *Astronomy Simulations and Animations (University of Nebraska–Lincoln)*.

De acordo com Arana (2000):

A interseção do plano da eclíptica com o plano do equador celeste, tem-se a linha dos equinócio ou linha equinocial, em cujas extremidades tem-se os pontos equinociais. O ponto equinocial que o Sol

⁴Em 2020, essa inclinação está em $23^{\circ}26'12,086''$. Para consultar uma tabela com variações dessa inclinação acesse o artigo *Variação da obliquidade da órbita terrestre* de Irineu Gomes Varella.

em seu movimento anual aparente, atinge ao passar do hemisfério sul para o norte recebe o nome de *ponto vernal* (γ) ou *Áries* (neste instante tem início, no hemisfério sul o outono, e primavera no hemisfério oposto). O ponto Ω , que o Sol alcança ao cruzar o equador do norte para o sul, chama-se *ponto libra* (neste instante tem início a primavera no hemisfério sul, e outono no hemisfério norte) (ARANA, 2000, p. 23-24).

Desse modo, tendo esses conceitos definidos voltamos agora ao sistema de coordenadas equatoriais, em que a abscissa desse sistema será a ascensão reta α definida como sendo o arco do equador contado a partir do ponto vernal até o meridiano do astro. Varia de 0° até 360° , sendo comum atribuir um domínio de 0h até 24h (1h equivale a 15°).

A declinação δ (ordenada) é definida como o ângulo entre o plano equatorial e o segmento que liga o astro até a terra. Assim como no sistema horizontal, o sinal de δ caracteriza os pontos dos diferentes hemisférios separados pelo plano de referência: $\delta > 0^\circ$ ($\delta < 0^\circ$) corresponde a pontos a norte (sul) do equador celeste. Já o conjunto de todos os pontos cuja declinação é constante é chamado de paralelo celeste ou paralelo de declinação. A distância polar p é análoga a distância zenital no sistema horizontal, sendo definida como a distância entre o polo norte celeste e o astro. De onde segue que p e δ são complementares:

$$\delta + p = 90^\circ$$

Voltando a Figura 1.8, temos que as coordenadas do astro nesse sistema de coordenadas é (3h, 60°) ou ainda (45° , 60°).

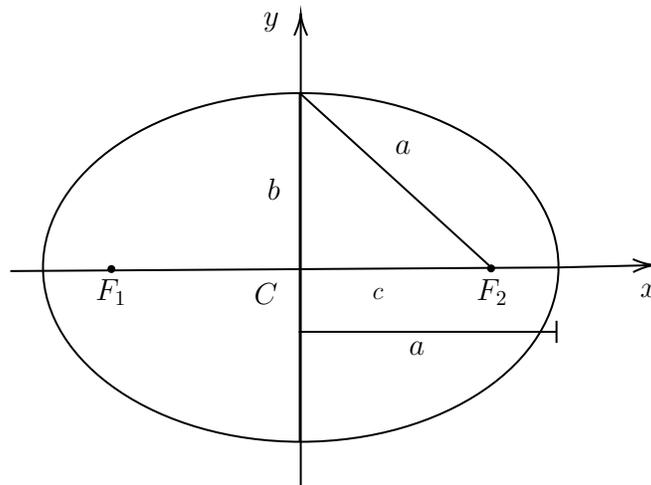
1.3 Sobre a órbita elíptica

Com os conceitos anteriores de ponto *vernal* e *libra* já temos alguns indícios sobre as estações. Contudo, apesar de termos feito uma discussão

com circunferências faz-se necessário recordarmos que o formato da órbita da terra é uma elipse. Pela definição temos que “elipse é o conjunto de todos os pontos de um plano cuja soma das distâncias a dois pontos fixos desse plano, é constante” (WINTERLE, 2010, p.177). Todavia, apesar de termos em mente uma elipse geralmente achatada, a forma da órbita é quase uma circunferência, isso tem a ver com a excentricidade que é um parâmetro associado a qualquer cônica⁵. Assim, podemos dizer que a excentricidade é responsável pela “forma” da elipse, se $e \cong 0$ são aproximadamente circulares, enquanto que elipses com $e \cong 1$ são achatadas (WINTERLE, 2010).

Podemos escrever ainda que a excentricidade tem relação com a distância entre os focos: quanto maior for essa distância, maior é a excentricidade e da elipse. Matematicamente, esse valor é representado pelo número real proveniente da razão entre a distância c do centro C a cada foco (por exemplo, F_2) pela medida do semieixo maior a , isto é, $e = \frac{c}{a}$.

Figura 1.10: Um exemplo de Elipse.



Fonte: Nossa autoria.

Retomando para o contexto da Astronomia, temos que o Sol ocupa a

⁵Uma seção cônica, ou simplesmente cônica, é definida como o conjunto de pontos que formam a interseção de um plano com a superfície cônica (WINTERLE, 2010).

posição de um dos focos da elipse. Devido à disposição do eixo maior, durante o seu movimento a Terra se encontra em um ponto mais afastados do Sol: esse ponto é chamado de *afélio*. O ponto mais próximo do Sol é conhecido como *periélio*.

Na figura 1.11, temos uma representação do raio médio do afélio R_a e do periélio R_p . Perceba que comparando com a Figura 1.10, podemos escrever:

$$R_p = a - c \quad (1.1)$$

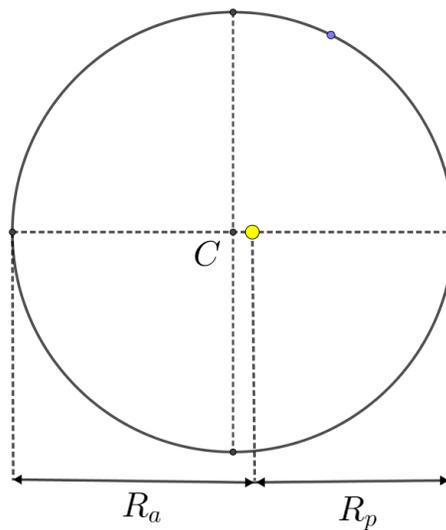
$$R_a = a + c \quad (1.2)$$

Como $e = \frac{c}{a}$ temos que $c = e \cdot a$, substituindo nas equações 1.1 e 1.2:

$$R_p = a - c = a - e \cdot a = a \cdot (1 - e)$$

$$R_a = a + c = a + a \cdot e = a \cdot (1 + e)$$

Figura 1.11: Representação do raio médio do Periélio (R_p) e do Afélio (R_A) ao Sol.



Fonte: Nossa autoria.

Quando fixada uma excentricidade, por exemplo $e = 0,25$, todas as elipses com essa excentricidade têm a mesma forma, diferem apenas pelo tamanho. Os pontos de periélio e afélio se encontram nas extremidades do eixo maior de sua órbita elíptica.

A Lei das órbitas elípticas é a primeira Lei de Kepler. Essa Lei propõe que a trajetória da órbita de cada planeta é uma elipse, sendo que o Sol ocupa um dos focos. A consequência dessa órbita elíptica é que a distância do Sol ao planeta varia ao longo de sua órbita, existindo assim o periélio e o afélio, conforme supracitado. No entanto, relutando a concepção que o senso comum acredita, a distância da Terra ao Sol não é a responsável pelas estações do ano (LIMA NETO, 2020). Isso se justifica tendo em vista que a maioria dos planetas descrevem órbitas praticamente circulares, ou seja, apresentam uma excentricidade relativamente pequena. A Tabela 1.1 apresenta os valores da distância média ao Sol e excentricidade da órbita, dos planetas do Sistema Solar.

Tabela 1.1: Excentricidade da órbita dos planetas do Sistema Solar.

	Mercúrio	Vênus	Terra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Netuno
Distância média ao Sol (UA)	0,387	0.723	1	1,524	5,203	9,539	19,18	30,06
Distância média ao Sol (.10⁶ km)	57,9	108,2	149,6	227,94	778,4	1423,6	2867,0	448,4
Excentricidade da Órbita	0,206	0,0068	0,0167	0,093	0,048	0,056	0,046	0,010

Fonte: Oliveira Filho e Saraiva (2004, p. 145).

A órbita elíptica causaria uma leve sazonalidade no planeta terra não fosse o fato da baixa excentricidade que faz esse efeito ser bem pequeno. Se pararmos para pensar um pouco se tal efeito fosse dominante nós teríamos a mesma estação do ano em ambos hemisfério simultaneamente, fato este que não acontece.

Apesar de não ser a responsável pelas estações do ano, a excentricidade

da órbita da Terra é responsável direta pela diferença de duração de cada estação do ano. O inverno no Hemisfério Sul é mais longo que o verão. Conseqüentemente mais longo o que o verão Hemisfério Norte, pois, a Terra se encontra próximo ao periélio nessa época do ano. A Tabela apresenta os dados informados por Lima Neto (2020) a respeito do início e duração das estações do ano, na perspectiva do Hemisfério Sul. Para a perspectiva do Hemisfério Norte, basta alterar o Outono para Primavera, Inverno para Verão etc. (LIMA NETO, 2020).

Tabela 1.2: Início e duração das estações do ano no Hemisfério Sul

	Outono	Inverno	Primavera	Verão
Início aproximado	20/03	21/06	23/09	22/12
Duração média (dias)	92,76	93,65	89,84	88,99

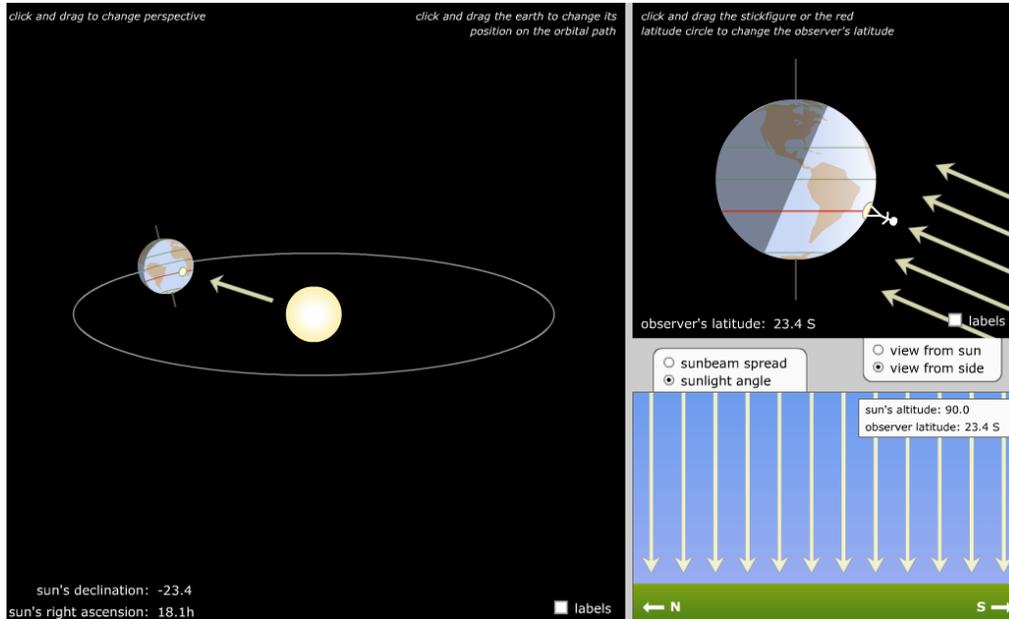
Fonte: Lima Neto (2020).

1.4 A inclinação do eixo da Terra

Para descobrir a causa das estações devemos retomar o que sabemos até agora: o plano da eclíptica forma com o equador celeste um ângulo de cerca de $23,5^\circ$ devido à inclinação do eixo da Terra, mais precisamente tal inclinação ε é chamada de obliquidade da eclíptica. É a partir dessa inclinação que encontraremos as respostas.

Suponhamos no caso a seguir que estamos em uma latitude próxima ao trópico de capricórnio como é o caso de Maringá ($23,4210^\circ S$). Escolhemos o dia 21 de dezembro que é o dia que passamos pelo Solstício de verão em 2020 (ver tabela em Anexo) e fizemos uma simulação no Seasons and Ecliptic Simulator para podermos verificar o que ocorre com a posição dos raios de Sol. Em uma visão oblíqua da órbita temos a figura seguir:

Figura 1.12: Dia 21 de Dezembro, latitude $23,4^{\circ} S$.



Fonte: *Astronomy Simulations and Animations (University of Nebraska–Lincoln)*.

O termo Solstício, origina-se do grego “*Solstitium*” que significa Sol parado. A ascensão reta no caso do verão no hemisfério sul é de $18h$ e declinação é de cerca de $-23,5^{\circ}$, já no inverno no hemisfério sul temos que a ascensão reta sendo $6h$ e declinação em torno de $+23,5^{\circ}$ ⁶. Outro fato é que ao meio dia solar como é representado acima a altura do sol é de 90° (sistema horizontal de coordenadas), isto é evidenciado ao vermos que no plano do observador os raios incidem perpendicularmente. Para o dia 20 de junho que é Solstício de Inverno em 2020, na mesma latitude anteriormente referida, temos que o Sol incide inclinado ao meio dia solar e perpendicularmente no trópico de Câncer. Para vermos esse fato arrastamos a órbita um pouco para esquerda na Figura 1.13.

⁶Para cálculos mais rigorosos devemos considerar variações desses valores ao longo de um dia.

Figura 1.13: Dia 20 de Junho, latitude $23,4^{\circ} S$.



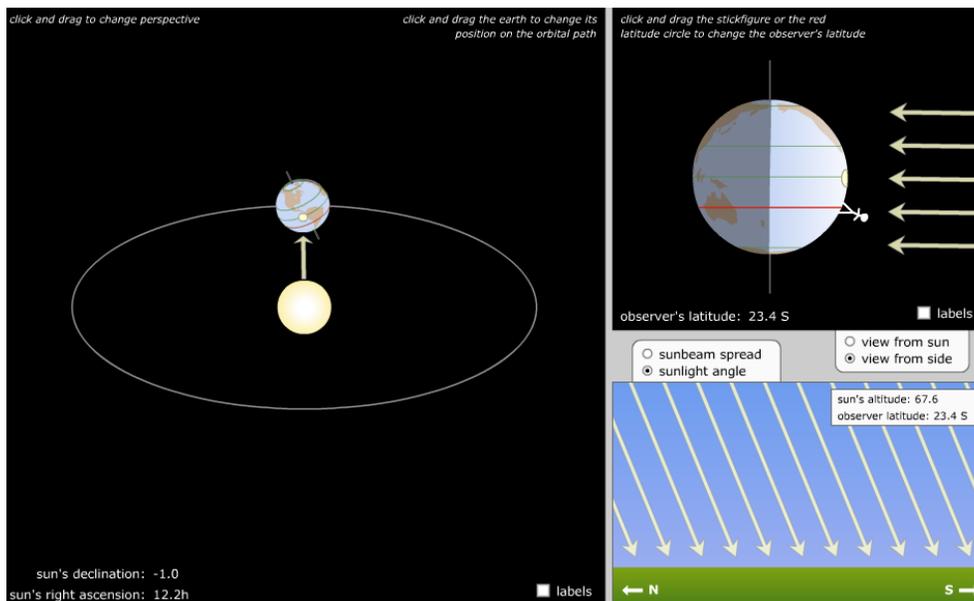
Fonte: *Astronomy Simulations and Animations (University of Nebraska–Lincoln)*.

Passamos agora para o que ocorre nos equinócios, palavra esta que deriva do latim “*equinotium*” que significa “noites iguais”. Como já vimos, essa intersecção da eclíptica com o equador celeste é conhecida como ponto vernal e indica o início do outono no Hemisfério Sul e a primavera no Hemisfério Norte. Nesse ponto, por definição, a ascensão reta do Sol é zero ($\alpha = 0h$) e a declinação também ($\delta = 0^{\circ}$). No ponto libra, temos $\alpha = 12h$ e $\delta = 0^{\circ}$, isso indica o início da primavera no Hemisfério Sul e o início do outono no Hemisfério Norte. É comum encontrarmos em textos que o dia e noite tem mesma duração nesses dias. Mas na verdade isso não ocorre. O dia nessas duas datas tem maior duração devido ao fato de que o Sol não é um ponto e devido à refração atmosférica. Nas latitudes médias temperadas esses fatores se somam e resultam em cerca de 8 minutos a mais de luz⁷.

⁷Para uma explicação mais detalhada leia o artigo Are day and night equal at equinoxes?

Para exemplificarmos como os raios se comportam no dia em que passamos pelo ponto de equinócio, escolhemos o de primavera que ocorre em 2020 no dia 22 de setembro. Vemos que o Sol incide perpendicularmente no equador, contudo, na latitude que estamos analisando temos que os raios incidem inclinados, porém um pouco menos do que no caso anterior, pois estamos caminhando para o solstício de verão em que os raios incidirão perpendicularmente e a altura do Sol será máxima na referida latitude.

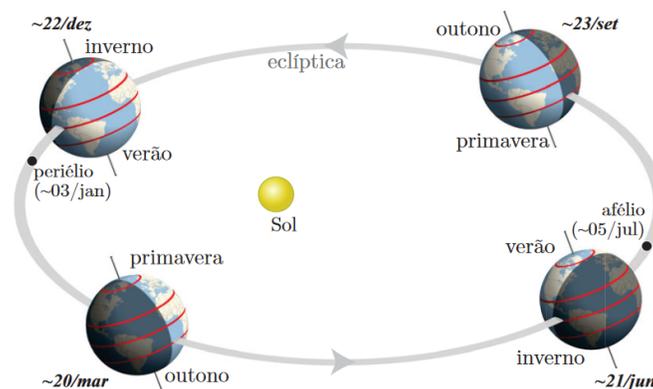
Figura 1.14: Dia 22 de Setembro, latitude $23,4^{\circ} S$.



Fonte: *Astronomy Simulations and Animations (University of Nebraska-Lincoln)*.

Muitas pessoas compartilham do equívoco de que o eixo da terra muda sua orientação conforme passam as estações. Contudo o eixo da terra não muda de direção em pequenas escalas de tempo, conforme podemos observar na imagem abaixo na qual representamos a Terra nas quatro posições das estações.

Figura 1.15: Representação esquemática das estações do ano. A ampliação da excentricidade da órbita visa efeito de perspectiva.

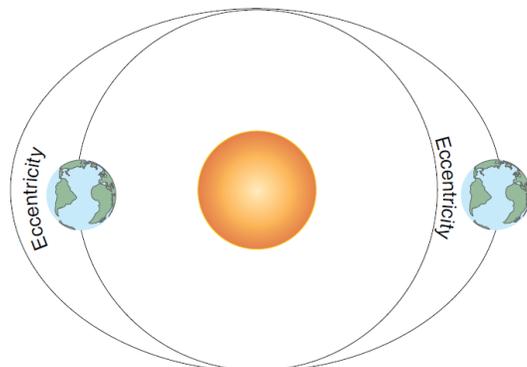


Fonte: Lima Neto (2020, p. 10).

É importante ressaltarmos ainda, que em escalas de vida humana ou centenas até mesmo mil anos a ocorrência de solstícios e equinócios na órbita da Terra é praticamente constante, contudo, “em períodos mais longos, a ocorrência de solstícios e equinócios muda – ou precede – sua posição ao longo da órbita da Terra com um período característico de cerca de 19.000 a 23.000 anos” (MARTIN, 2018, p. 474). Isso é interessante, pois apesar de que o impacto na sazonalidade a partir da distância do sol seja atualmente pequeno, cerca da 10.000 a 15000 anos atrás, a Terra estava mais próxima do Sol no Solstício de Verão no hemisfério norte do que acontece atualmente, a radiação solar aumentou um pouco e as calotas polares começaram a se recuarem marcando o período Holoceno (MARTIN, 2018). O próprio formato da órbita da terra varia em um período de cerca de 100.000 indo de uma mais próxima de uma circunferência para uma mais achatada– de quase 0% a 7% de uma órbita circular⁸– como mostramos na imagem a seguir.

⁸Estamos usando os dados disponíveis em https://earthobservatory.nasa.gov/features/Milankovitch/milankovitch_2.php. Acesso em maio de 2020.

Figura 1.16: Variação da excentricidade da órbita.



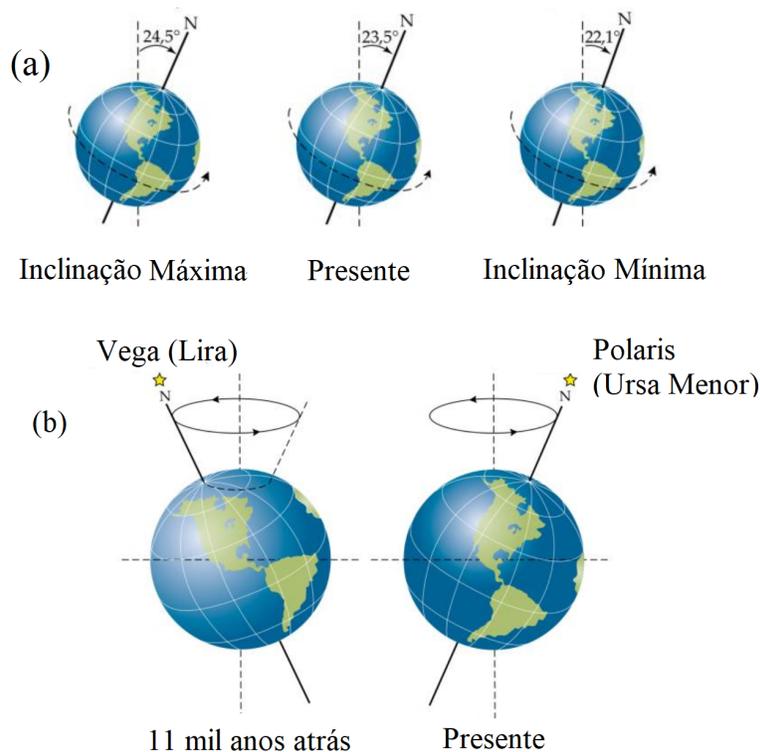
Fonte: Martin (2018).

Outra variação é do eixo de rotação da terra que muda entre $22,1^\circ$ e $24,5^\circ$ em um período em torno de 41 mil anos: “quanto maior o ângulo de inclinação, maior a variação sazonal na radiação solar na superfície da Terra” (CAIN; BOWMAN; HACKER, 2018, p. 43). Uma última variação que vamos citar diz respeito à orientação em relação a outros corpos celestes: “Hoje em dia o Polo Norte está orientado em direção a Polaris, a Estrela do Norte, mas nem sempre foi assim; houve outras ‘Estrelas do Norte’ no passado” (CAIN; BOWMAN; HACKER, 2018, p. 43) (ver Figura 1.17).

Contudo, a obliquidade da eclíptica é a principal responsável pelas estações do ano. Afinal, se a inclinação fosse zero, ou seja, se a Terra girasse com o seu eixo de rotação perpendicularmente ao plano da eclíptica, teríamos um eterno Equinócio. Uma curiosidade interessante é que o fenômeno das estações do ano não se limita somente ao planeta Terra. Qualquer planeta que tenha obliquidade do seu plano horizontal, em relação à eclíptica, terá estações do ano. A Tabela 1.3 apresenta o ângulo de inclinação dos eixos de rotação dos planetas do Sistema Solar.

A inclinação do eixo de rotação de Marte, Saturno e Netuno são próximos ao da Terra e, conseqüentemente, as estações do ano são semelhantes. No entanto, as estações nos planetas supracitados são mais longas que a da

Figura 1.17: (a) Variação da inclinação do eixo; (b) Variação do ângulo de orientação da Terra em relação às estrelas.



Fonte: Adaptado de Cain, Bowman, Hacker (2018, p. 43).

Terra, devido ao raio médio da sua órbita de translação (LIMA NETO, 2020).

Tabela 1.3: Obliquidade Da Eclíptica Dos Planetas Do Sistema Solar.

	Mercúrio	Vênus	Terra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Netuno
Inclinação do eixo de rotação	0,03°	177,36°	23,44°	25,19°	3,12°	26,73°	97,77°	28,32°

Fonte: Lima Neto (2020).

A inclinação do eixo de rotação de Marte, Saturno e Netuno são próximos ao da Terra e, conseqüentemente, as estações do ano são semelhantes. No

entanto, as estações nos planetas supracitados são mais longas que a da Terra, devido ao raio médio da sua órbita de translação (LIMA NETO, 2020).

Existe uma convenção arbitrária que denomina o ano que inicia o equinócio de Marte (ocorrido em 11 de abril de 1955), como o ano marciano número 1 (PIQUEUX et al., 2015, apud LIMA NETO, 2020). No planeta Saturno, a duração das estações é diferente devido à excentricidade de sua órbita ao redor do Sol. Um fato interessante, é que quando Saturno está próximo de seu equinócio, os anéis se tornam praticamente invisíveis da Terra (LIMA NETO, 2020).

Devido a terem um eixo de rotação praticamente perpendicularmente ao plano orbital, os planetas Mercúrio e Júpiter apresentam somente as estações Primavera e Outono. Vênus também possui um eixo de rotação praticamente perpendicular ao plano orbital, no entanto o seu eixo de rotação tem direção inversa da Terra, resultando que a sua órbita seja retrógrada. Já urano tem o seu eixo de rotação praticamente deitado sobre o seu plano orbital. Assim, durante o verão, diferente do que acontece na Terra, o polo onde é verão está praticamente na direção do Sol, isto é, o Sol passa próximo do zênite. Para se determinar o início das estações do ano em outros planetas do sistema solar, definimos o Equinócio com declinação do Sol igual a zero ($\delta = 0$). Assim, quando δ é um extremo, máximo ou mínimo, teremos os solstícios.

Agora que conhecemos as relações entre a inclinação do eixo e as estações, iremos propor uma discussão sobre o conceito de insolação.

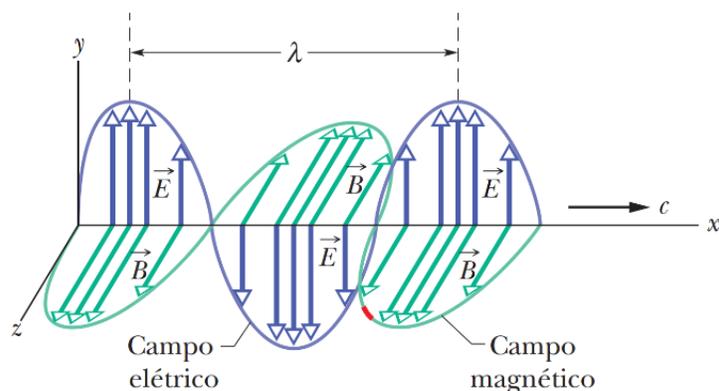
1.5 Insolação

O Sol é uma estrela, e por ser uma estrela emite o que chamamos de ondas eletromagnéticas nas diferentes regiões do espectro eletromagnético, desde os raios gama até as ondas de rádio. Toda onda eletromagnética

se propaga no vácuo e, é resultante de um campo elétrico e um campo magnético e transporta energia.

Uma onda pode ser representada por um “instantâneo” do campo elétrico \vec{E} , e do campo magnético \vec{B} em vários pontos sobre o eixo x , pelos quais a onda passa com velocidade c , como na figura 1.18.

Figura 1.18: Representação da onda eletromagnética.



Fonte: Halliday e Resnick (2012).

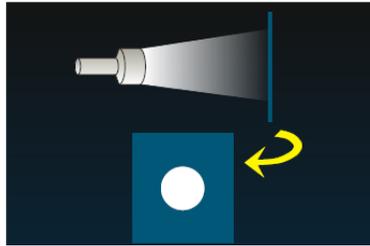
Nesse sentido pode-se dizer que, ondas eletromagnéticas são formadas pela combinação dos campos magnético e elétrico que se propagam perpendicularmente um em relação ao outro e na direção de propagação da energia, com uma velocidade constante c , que vale aproximadamente $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

Esta energia é proporcional aos campos e tem direção e sentido da propagação da onda, ou seja, a energia é definida não apenas por sua intensidade, mas também apresenta uma direção e sentido.

Esse “vetor-energia”, denominado vetor de Poynting (em homenagem ao seu descobridor, o físico inglês John Henry Poynting, século XIX) pode ter seus efeitos entendidos com o uso de uma lanterna e um pedaço de cartolina. Numa sala escura, mantenha uma lanterna em frente a um pedaço

de cartolina fixado perpendicularmente ao sentido de propagação da luz (Figura 1.19)).

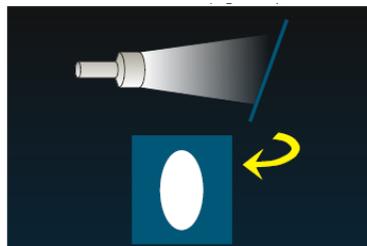
Figura 1.19: Representação da superfície da cartolina perpendicular ao fluxo de luz.



Fonte: Revista Astronova (2014).

Nota-se que a luz ilumina uma determinada área com uma certa intensidade. Se a cartolina for inclinada em 20° em relação à posição anterior (Figura 1.20), a área onde a mesma intensidade luminosa é aplicada aumenta.

Figura 1.20: Representação da superfície da cartolina inclinada em 20° em relação à vertical.



Fonte:Revista Astronova (2014).

A intensidade da luz não se alterou, pois, a fonte é a mesma. Entretanto, a área onde esta intensidade é distribuída aumentou. Assim, cada unidade de área recebe menos energia. De modo geral, a *insolação* é o fluxo de radiação solar que atinge a Terra, ou seja, é a quantidade de energia por

unidade tempo e por unidade de área. Esse valor depende do lugar, da hora do dia e da época do ano. No gráfico representado na Figura 1.21, por exemplo, temos uma representação de que a energia total recebida todos os dias no topo da atmosfera depende da latitude:

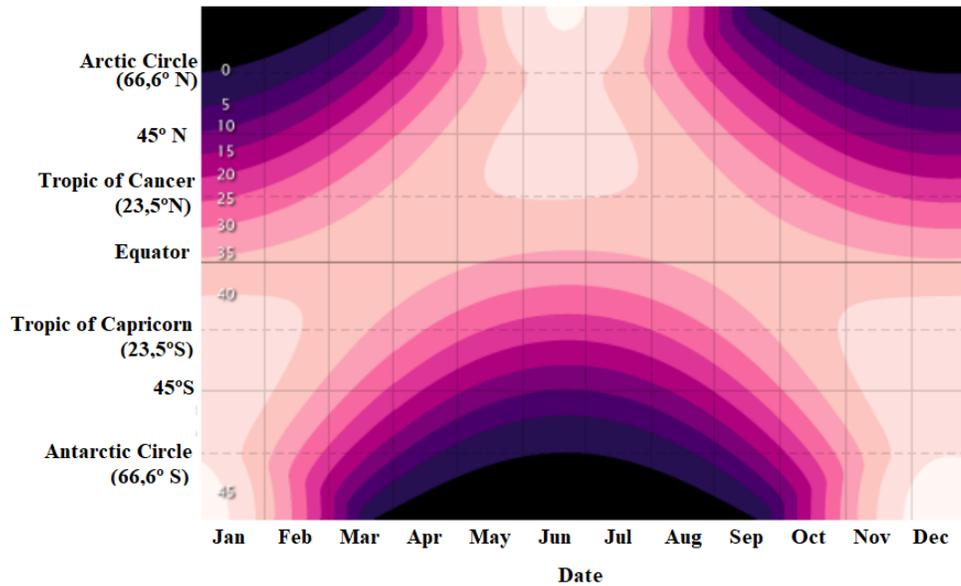
As maiores quantidades diárias de energia recebida (rosa pálido) ocorrem em altas latitudes no verão, quando os dias são longos, e não no equador. No inverno, algumas latitudes polares não recebem luz (preto). O Hemisfério Sul recebe mais energia durante dezembro (verão do sul) do que o Hemisfério Norte em junho (verão do norte) porque a órbita da Terra não é um círculo perfeito e a Terra está levemente mais próxima do Sol durante essa parte de sua órbita (NASA, 2009).

Os complexos mecanismos da Terra fazem com que o fluxo de energia entre e saía. Para que a temperatura da terra fique estável por longos períodos é necessário que a energia de entrada e saída sejam igualadas, isto é, atinga o equilíbrio radiativo. Cerca de 29% da energia solar que chega ao topo da atmosfera é refletida por nuvens, partículas de poeira etc. e não desempenham papel no clima, outros 23% é absorvida por vapor de água, poeira e ozônio e 48% é absorvida pela superfície, somando então 71% de energia absorvida pelo sistema terrestre (NASA, 2009).

Ainda que as explicações que propusemos influencie no clima, ainda podemos encontrar outros elementos como continentalidade, montanhas e correntes oceânicas. Infelizmente, muitos materiais ainda trazem representações com estações bem diferenciadas como ocorre em regiões do Hemisfério Norte, porém no nosso país, como sabemos tal fato não é observado:

[...] no Brasil encontramos três modalidades climáticas: *equatorial*, *tropical* e *subtropical*. Devido à extensão territorial do país, nossas estações do ano diferenciam-se de acordo com a área geográfica; portanto, não é possível comparar os contrastes na paisagem vistos nos

Figura 1.21: Variação da energia ao longo de um ano.



Fonte: NASA (2009).

países de climas temperados com as paisagens brasileiras (SELLES; FERREIRA, 2004, p. 106, grifos dos autores).

Selles e Ferreira (2004), verificaram que as ilustrações encontradas em quinze livros não foram produzidos em contexto brasileiro. Essas questões, poderiam ser melhor expostas buscando relacionar as causas das estações e a variação do clima em várias perspectivas como a latitude em que o aluno se encontra. Todas esses aspectos reforçam a necessidade da interdisciplinaridade para a explicação do tema.

Atividades práticas

2.1	Estabelecendo explicações para as estações	39
2.2	Verificando as variações de inclinação dos raios de sol. . . .	45
2.3	A variação da insolação	48

Um dos caminhos para superar concepções equivocadas, de determinado assunto científico, é propor situações de aprendizagem nas quais o sujeito pode participar ativamente na construção de seu conhecimento. Nesse sentido, neste capítulo propomos atividades que visam promover a elaboração de hipóteses e verificação. A primeira atividade consiste na construção de um planetário para que os alunos consigam visualizar a causa das estações. Na segunda atividade propomos que continuem visualizando as mudanças de estações, porém agora com mais detalhes, por intermédio de uma simulação digital. A última atividade, bastante simples, busca uma visualização do conceito de insolação, já trabalhado antes intuitivamente, mas agora dando oportunidade de uma discussão mais formal.

As práticas são direcionadas para os anos finais do ensino fundamental, mas podem ser adaptadas para outros níveis. As propostas se pautam numa metodologia de intervenção que prioriza a realização de atividades práticas e o desenvolvimento de um trabalho em equipe que crie condições efetivas para a instauração de um clima de parceria entre os alunos e entre estes e o professor.

Em todas as atividades visamos que o professor tenha o papel de promover o debate produtivo entre os grupos de alunos, de forma a dar espaço a liberdade intelectual de cada aluno. Além disso, tem ainda a função de distribuir as atividades e criar um ambiente propício para que ocorra o ensino e a aprendizagem, sempre buscando alcançar os objetivos propostos.

2.1 Estabelecendo explicações para as estações

Relações Interdisciplinares

Física, geografia e matemática.

Conteúdos explorados

- Movimentos da Terra (Rotação e translação);
- Eixo de rotação;
- Inclinação do eixo de rotação terrestre;
- Retas paralelas;
- Intensidade de luz;
- Latitude e Longitude;

- Estações do ano;
- Solstício e equinócio.

Objetivos

- Motivar os alunos ao envolvimento na montagem de um planetário didático;
- Possibilitar aos alunos aprofundamento sobre conceitos básicos da astronomia;
- Esclarecer que a causa das estações não tem a ver com a variação da distância da terra ao sol e também não é pelo fato de que o eixo da terra oscila aproximando os hemisférios.

Itens para a atividade

- 1 bola de isopor de 4cm de diâmetro, ou esfera de rolo de desodorante (geralmente com 3,6cm de diâmetro);
- 1 cópia (colorida ou não) impressa do mapa-múndi pequeno (em anexos)
- 1 palito de dente;
- 1 massinha de modelar de qualquer cor;
- 1 régua escolar;
- 1 tesoura escolar;
- 1 tubo de cola escolar;
- 1 caneta ou lápis;

- 1 base de madeira (para fixar um bocal com extensão para ligar na tomada da lâmpada);
- 1 lâmpada;
- 1 durex.

Questões motivadoras

Como podemos explicar de que forma acontecem as estações do ano? E os dias e as noites? Por que em uma determinada época do ano, quando acordamos às 6h30 da manhã para irmos à escola parece que ainda está de noite (junho) e, seis meses depois quando acordamos no mesmo horário já está dia claro com um Sol lindo lá fora? Peça que os alunos façam desenhos e escrevam no caderno como acreditam ser as repostas para essas perguntas.

Procedimentos

1. Recortar a Terra planificada entregue pelo professor;

Figura 2.1: Recorte do modelo.



Fonte: Nossa autoria.

2. Colar o recorte na bolinha de isopor ou na esfera de rolo de desodorante;

3. Colocar um palito na parte inferior da bolinha, de forma que o mesmo atravesse toda a bola de isopor, representando o eixo de rotação terrestre; Caso use a desodorante terá que adaptar com massinha de modelar como mostramos na Figura 2.2. Em qualquer caso, devemos colocar na extremidade do palito do hemisfério sul, um pouco de massinha de modelar para fixar a “Terra” construída no chão;

Figura 2.2: Adaptação do suporte.



Fonte: Nossa autoria.

4. Pegue o fio duplo, em uma extremidade conecte o pino macho, na outra extremidade conecte um receptáculo (soquete/bocal). Fixe o mesmo em uma tabua de madeira;
5. Fixar com fita adesiva os fios que saem do bocal, na base madeira e se ligam na tomada;
6. Colocar a lâmpada no bocal;
7. Após fixada a base com o bocal e lâmpada, solicitar que cada aluno coloque a sua Terra no chão, a fim de simular a trajetória (órbita)

descrita pela Terra ao redor do Sol durante um ano (neste momento o professor não deve fazer nenhuma menção a distâncias do planeta ao Sol, deixe livre para ver como os alunos participarão da atividade);

8. Após todas as esferas posicionadas, e ainda com a lâmpada apagada, pede-se aos alunos que indiquem em qual daquelas Terras seria cada uma das estações do ano, após indicarem, peça para que eles tentem justificar;
9. Caso justifiquem pela distância entre o planeta Terra e o Sol, o professor pode lançar o seguinte questionamento a fim de causar um desequilíbrio naquilo que o aluno já sabe, “se é verão quando a Terra está mais próxima do Sol e inverno quando ela está mais longe do Sol, então em dezembro deveria ser verão no planeta Terra inteiro, e é isso que acontece?”.
10. Aqui é muito importante que o professor se atente para a inclinação do eixo da Terra. Todas as Terras colocadas no chão pelos alunos precisam estar com o eixo de rotação apontando para o mesmo lado. Caso os alunos tenham colocado diferente conduza a discussão de forma a acertar isso.

Figura 2.3: Alunos organizando os eixos.



Fonte: Nossa autoria.

11. Após, pergunta-se como o dia e a noite acontecem nesta órbita.
12. Solicita-se aqui que os alunos discutam entre si e elaborem uma explicação para a ocorrência das estações do ano.
13. Só então, liga-se a lâmpada para que os alunos percebam a diferença de luminosidade nas esferas, estes poderão ver que a inclinação é motivo das estações do ano.

Figura 2.4: Exemplo de iluminação do mini globo (usando a lanterna de um celular).



Fonte: Nossa autoria.

Os alunos deverão apresentar registros relativos à atividade realizada. É necessário comparar resultados entre os diversos grupos.

Descrição e Discussão

Do experimento o professor continua questionando-os sobre as estações do ano, solstício e equinócio e luminosidade nos polos. O professor pode apresentar que as mudanças no formato da órbita e no eixo acontecem em

longos períodos e pode discutir os impactos que conhecemos no clima ao longo de milhares de anos.

1. Explorar os movimentos realizados pela Terra;
2. Interpretar como se dão as estações do ano;
3. Comunicar os resultados obtidos e os conhecimentos adquiridos;
4. Refletir e apresentar as conclusões;

Cuidados

Somente o professor deve manusear a tomada a fim de não ter perigo com choques e alertar aos alunos possibilidade de queimaduras caso coloquem a mão na lâmpada aquecida.

2.2 Verificando as variações de inclinação dos raios de sol.

A proposta dessa atividade é que o aluno verifique por um outro recurso, o tecnológico, as relações entre localização geográfica, inclinação dos raios e épocas do ano. As relações interdisciplinares e conteúdos são os mesmos dos anteriores. O simulador que indicaremos pode ser um guia prático para que o alunos apreciem o complexo movimento da terra com o passar do tempo em diferentes latitudes ao passo que pode observar a inclinação dos raios solares.

Itens para atividade

- Um computador/notebook ou celular para cada aluno. Não é preciso que o dispositivo esteja conectado à internet desde que a simulação

tenha sido baixada antes neste link¹.

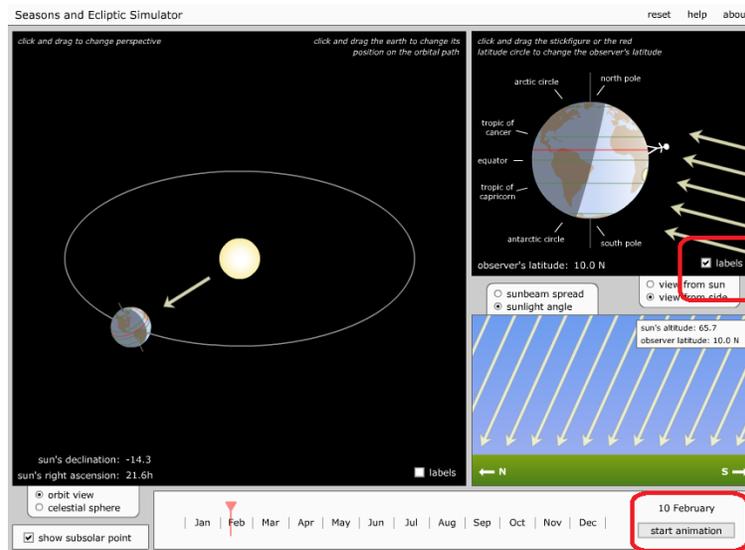
Questão motivadora

Agora que você conhece sobre a inclinação do eixo e um pouco mais sobre a causa das estações do ano, você consegue imaginar como os raios estão inclinados em sua latitude com o passar dos dias? Faça desenhos explicando essas inclinações ao longo do ano.

Procedimentos

1. Abra o simulador e marque a caixa “labels” para que possa observar as linhas dos trópicos, equador, polos etc. Agora apenas observe os movimentos ao clicar em “start animation”.

Figura 2.5: Labels e start animation.

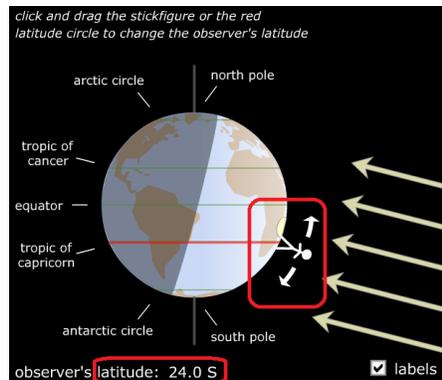


Fonte: *Astronomy Simulations and Animations (University of Nebraska–Lincoln)*.

¹O recurso requer a execução do Flash, se você usar o recurso após fazer o download, poderá abri-lo com um Flash Player.

- Peça que o aluno pausem os movimentos e arraste o observador para aproximadamente a latitude de sua cidade.

Figura 2.6: Arrastando o observador.



Fonte: *Astronomy Simulations and Animations (University of Nebraska–Lincoln)*.

- Arraste o ponteiro do ano para o dia 21 de dezembro. Peça que os alunos observem a inclinação dos raios. O professor questiona: se colocarmos no ambiente das datas, ainda no mês de dezembro, os dias 22, 23 e assim por diante, o que acontecerá com os raios? Após a participação dos alunos peça para eles verificarem. Faça o mesmo com outras datas de outras estações.

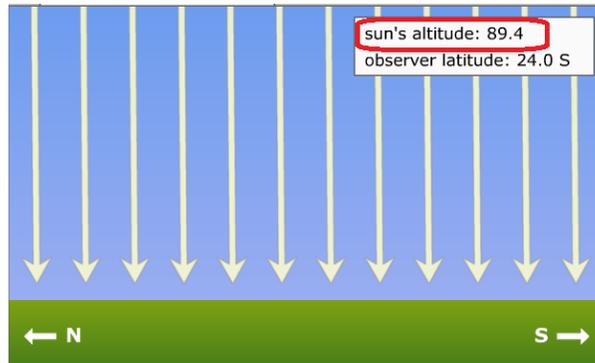
Figura 2.7: Arrastando o ponteiro das datas.



Fonte: *Astronomy Simulations and Animations (University of Nebraska–Lincoln)*.

- No simulador você pode notar a altura do sol ao meio dia solar. Você pode questionar: quais dias/localizações que o sol atinge a altura máxima de 90° ? Qualquer localização isso acontece?

Figura 2.8: Altura do Sol.



Fonte: *Astronomy Simulations and Animations (University of Nebraska-Lincoln)*.

Discussão

Durante a atividade o professor poderá observar e questionar os alunos sobre as mudanças de latitude e relações entre as estações por meio das discussões sobre a inclinação do raio. O ponto principal aqui é que formulem e testem hipóteses na simulação.

2.3 A variação da insolação

Nessa atividade o professor poderá trabalhar uma maneira visual de entender o conceito de insolação, uma vez que os alunos já estabeleceram relações sobre a inclinação dos raios em diferentes latitudes. A atividade escrita tem como base o vídeo postado pelo canal Educational Video Publishing e que consiste em reproduzir o que mostramos nas Figuras 1.19 e 1.20.

Itens para a atividade

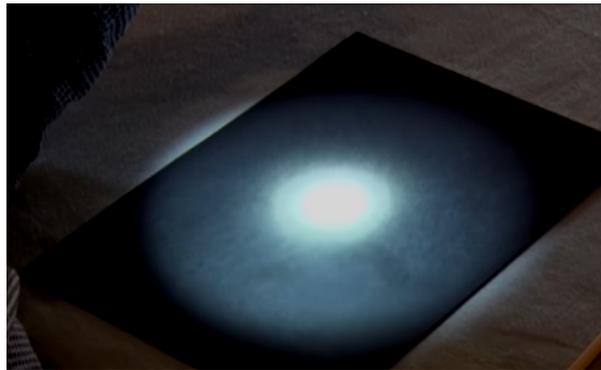
- Lapís de cor branca;

- Lanterna;
- Papel preto.

Procedimentos

1. Com as luzes da sala apagadas, peça que um aluno seja voluntário e segure a lanterna, simulando o sol.
2. Suponha que o Sol está incidindo perpendicularmente no plano do observador, você verá uma circunferência intensa. Peça que um outro voluntário risque o papel com o lápis branco, contornando a circunferência.

Figura 2.9: Raios Perpendiculares.



Fonte: Educational Video Publishing.

3. Pegue outra folha de papel preto e agora peça que o aluno incline a lanterna e um outro voluntário contorne a forma ovalada com um lápis branco.

Figura 2.10: Raios inclinados.



Fonte: Educational Video Publishing.

Discussão

Assim como nas demais atividades sugerimos que o professor estabeleça um diálogo com o aluno sobre o conceito envolvido. Nessa atividade em específico podem ser trabalhadas questões climáticas, por conta do conceito de insolação e também algumas outras visualizações de informações da variação de energia como na representação gráfica da Figura 1.21.

Considerações Finais

A proposta deste trabalho foi revisitar o tema estações do ano no contexto da astronomia. Entre as concepções mais comuns sobre o tema está a explicação pelas relações entre a proximidade da Terra ao Sol que como vimos não é verdade. Um raciocínio simples para superar essa ideia é fazer com que o aluno pense que se ele estivesse correto os dois hemisfério deveriam estar na mesma estação ao mesmo tempo, fato esse que não ocorre. Contudo, existe pequenas mudanças na energia no periélio como vimos no gráfico representado na Figura 1.21, essa discussão pode ser pertinente para discutir as variações na excentricidade da órbita que acontece em milhares de anos e teorias que versam sobre os impactos desse fato na história do clima do planeta. Também, existe variação na inclinação do eixo, que como vimos não é a explicação das estações e ocorre em longos períodos de tempo.

Em paralelo com os conceitos teóricos, acreditamos ser válido a construção e verificação de hipóteses pelos próprios alunos, nesse sentido as atividades descritas no trabalho podem ser um caminho útil, porém não único, para guiar o diálogo entre os envolvidos no processo. O tema apesar de ser aparentemente simples pode gerar discussões interdisciplinares entre física, matemática e geografia em níveis complexos. Um trabalho para o professor que pretende dispor mais tempo para o tema, pode consistir em realizar estudos amplos que comparem as estações em diferentes latitudes,

para romper com a ideia de estações bem definidas em quaisquer regiões em termos de clima.

Contudo, esperamos que a proposta seja proveitosa para professores e demais leitores do trabalho.

Referências

- [1] **ASTRONOVA**. Maringá: CAEH, v. 1, n. 1, 2014.
- [2] ARANA, J. M., **Astronomia de Posição: Notas de Aula**. 2000. Disponível em: <<http://www2.fct.unesp.br/docentes/carto/arana/Astron.pdf>>. Acesso em: abr. 2017.
- [3] BARBOSA, L. M., **Representações do Ctonismo na Cultura Grega (séculos VIII-V A.C.)**. 2014. 556 f. Tese (Doutorado) - Curso de História, na Especialidade de História Antiga, Universidade de Lisboa Faculdade de Letras, Lisboa, 2014.
- [4] CAIN, M. L.; BOWMAN, W. D.; ACKER, S. D., **Ecologia**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2018.
- [5] CONSTANCIO, F. S., **Novo Dicionario Critico e Etymologico da Lingua Portugueza**. Paris, 1836.
- [6] HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J., **Fundamentos de física**. 9. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2012. (v.4);
- [7] LIMA NETO, G. B., **Astronomia de Posição: Notas de Aula**. 2020. Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/AstroPosicao/Curso2020.pdf>. Acesso em: maio. 2020.
- [8] MARTIN, R. **Earth's Evolving Systems: The History of Planet Earth**. Newark: Jones & Bartlett Learning, 2018.

- [9] NASA Earth observatory (2009). **Climate and Earth's Energy Budget**. Text.Article. Disponível em: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/EnergyBalance/page3.php>. Acesso em: jun. 2020.
- [10] OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e astrofísica**. São Paulo: Livraria da Física, 2004.
- [11] PLUMMER, J. D.; MAYNARD, L. Building a learning progression for celestial motion: An exploration of students' reasoning about the seasons. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 51, n. 7, p. 902–929, 2014.
- [12] RIDPATH, I. **Guia Ilustrado Zahar: Astronomia**. 3^a ed. Rio de Janeiro, 2011.
- [13] SANTIAGO, B.; SALVIANO A. **Astronomia Geodésica: Posicionamento pelas Estrelas**. Universidade Federal do rio Grande do Sul - UFRGS. Rio Grande do Sul, 2005. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/oei/santiago/fis2005/livro_v1.pdf. Acesso em: 25 mai. 2017.
- [14] SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. Influências histórico-culturais nas representações sobre as estações do ano em livros didáticos de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 10, n. 1, p. 101–110, 2004.
- [15] SILVEIRA, F. L. **Sobre a forma da Terra**. Física na Escola, v. 15, n. 2, p. 4-14, 2017.
- [16] SNEIDER, C.; BAR; V.; KAVANAGH, C., Learning about Seasons: A Guide for Teachers and Curriculum Developers. **Astronomy Education Review**, v. 10, n. 1, 2011.
- [17] VARELLA, I. G. Variação da obliquidade da órbita terrestre. **Jornal Pessoal de Astronomia, Física e Matemática** , n. 58, 2020.
- [18] WINTERLE, P. **Vetores e geometria analítica**. Pearson Makron Books, 2010.

Anexos

A. Tabela de Equinócios, Solstícios, Periélio e Afélio 2020-2025.

Em cada um dos casos temos que os três números indicam dia, hora, minuto, em Tempo Universal.

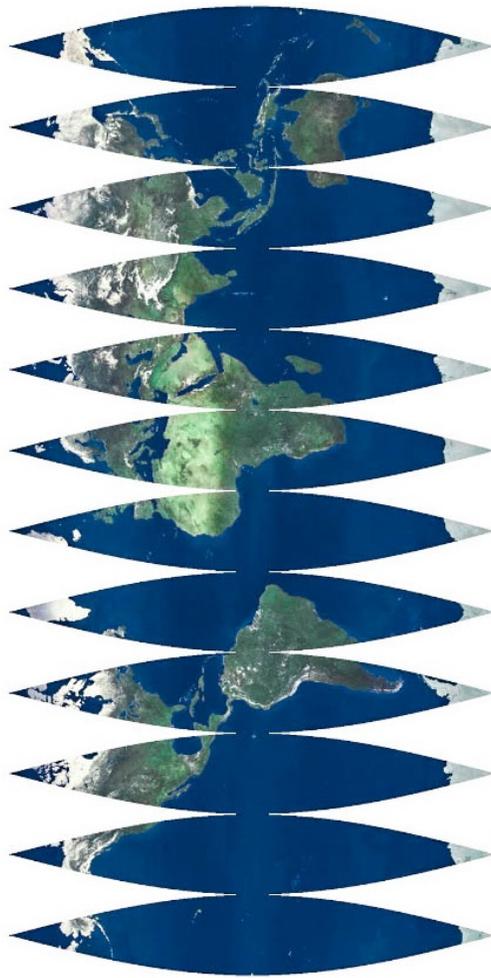
Hora de Brasília = Tempo Universal - 3 horas (Horário Normal).

Hora de Brasília = Tempo Universal - 2 horas (Horário de Verão).

A tabela completa dos anos 1992-2025 pode ser acessada neste link disponibilizado pelos professores Kepler de Souza Oliveira Filho e Maria de Fátima Oliveira Saraiva.

		2020			2020			
Periélio	Jan	5 07:48	Equinócios	Mar	20 03 49	Set	22 13 30	
Afélio	Jul	4 11:35	Solstícios	Jun	20 21 43	Dez	21 10 02	
		2021			2021			
Periélio	Jan	2 13:41	Equinócios	Mar	20 09 37	Set	22 19 21	
Afélio	Jul	5 22:27	Solstícios	Jun	21 03 32	Dez	21 15 59	
		2022			2022			
Periélio	Jan	4 06:55	Equinócios	Mar	20 15 33	Set	23 03 03	
Afélio	Jul	4 07:11	Solstícios	Jun	21 09 13	Dez	21 21 48	
		2023			2023			
Periélio	Jan	4 16:55	Equinócios	Mar	20 21 25	Set	23 07 50	
Afélio	Jul	4 20:07	Solstícios	Jun	21 14 57	Dez	22 30 27	
		2024			2024			
Periélio	Jan	4 00:39	Equinócios	Mar	20 03 06	Set	22 12 44	
Afélio	Jul	4 05:06	Solstícios	Jun	20 20 51	Dez	21 09 21	
		2025			2025			
Periélio	Jan	4 13:28	Equinócios	Mar	20 09 02	Set	22 18 20	
Afélio	Jul	3 19:55	Solstícios	Jun	21 02 42	Dez	21 15 03	

B. Terra planificada para recorte (para acessar o original clique aqui).



Based on artwork produced by Mitchell N. Charity using NASA & USGS images. Released under Creative Commons/Share Alike

ASTRONOMIA BÁSICA EM PERSPECTIVA:

Um guia sobre as estações do ano

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 Atena
Editora

Ano 2020

ASTRONOMIA BÁSICA EM PERSPECTIVA:

Um guia sobre as estações do ano

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2020