



Rhafael Roger Pereira

**USO DE UMA OFICINA DE RELÓGIO DE SOL COMO FERRAMENTA  
DIDÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA**

RECIFE – PE

Julho de 2016

# USO DE UMA OFICINA DE RELÓGIO DE SOL COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA

Rhafael Roger Pereira

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da UFRPE no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador (es):

Orientador: Antonio Carlos S. Miranda  
Doutor – UFRPE

Co-Orientador: Alexandro Cardoso Tenório  
Doutor – UFRPE

RECIFE – PE

Julho de 2016

**USO DE UMA OFICINA DE RELÓGIO DE SOL COMO FERRAMENTA  
DIDÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA**

Rhafael Roger Pereira

Orientador(es):

Antonio Carlos S. Miranda  
Doutor – UFRPE

Alexandro Cardoso Tenório  
Doutor – UFRPE

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da UFRPE no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Aprovada por:

---

Dr. Antonio Carlos da Silva Miranda - UFRPE

---

Dr. Alexandro Cardoso Tenório - UFRPE

---

Dra. Ana Paula Teixeira Bruno Silva - UFRPE

---

Dr. Erivaldo Montorroyos Rodrigues Lima – UFRPE

RECIFE – PE

Julho de 2016

À mainha, por sempre acreditar no meu potencial e por nunca me deixar desistir.

## **Agradecimentos**

Agradeço em primeiro lugar ao meu Senhor, Deus e Pai pela sua graça, amor, favor, força e sabedoria sobre a minha vida e sobre a vida da minha família.

Agradeço à minha maravilhosa esposa Ana e aos meus adoráveis filhos Daniel e Sara pelo amor, apoio e incentivo em meio às pressões e pela compreensão e paciência nos momentos de minha ausência durante o curso.

Agradeço ao meu querido orientador, amigo, professor e mestre, Antonio Carlos S. Miranda, pela disponibilidade, paciência, sabedoria, conhecimento, incentivo, lições de vida e pela enorme contribuição, sem a qual não seria possível a realização deste trabalho.

Agradeço ao estimado professor Alexandro Tenório pela co-orientação deste trabalho, ao nobre Lauro Rosas pela sua contribuição em ceder o seu relógio de sol com a curva analemática, ao amigo Abdias Silva pela participação na banca como membro honorário, e ao meu querido irmão em Cristo Alexandre Falcão pela inestimável contribuição na elaboração do abstract deste trabalho.

Agradeço aos meus amigos e colegas de turma, Altenis, Charles, Gabriel, Marcos, Mário, Maurício, Michelle, Moisés, Níveo, Ozaías, Plínio, Vanailson e especialmente a Ronaldo Filho pelos momentos de comunhão, força, ajuda, orientação e muito estudo, sem os quais eu não conseguiria completar satisfatoriamente os créditos deste curso.

Agradeço ao coordenador do curso, o professor Alberto Einstein, e a todos os professores do programa, Alexandro Tenório, Caio Veloso, Carlindo Santos, Conceição Mendonça e Víctor Magno, que com paciência e maestria compartilharam conosco as suas ideias e os seus conhecimentos.

Por fim agradeço a Sociedade Brasileira de Física e ao Governo Federal pela oportunidade de evoluir nos meus estudos e a CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

## RESUMO

### USO DE UMA OFICINA DE RELÓGIO DE SOL COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA

Rhafael Roger Pereira

Orientador (es):

Antonio Carlos da S. Miranda  
Doutor – UFRPE

Alexandro Cardoso Tenório  
Doutor – UFRPE

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da UFRPE no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Neste trabalho analisaram-se inicialmente os documentos legais como a LDB e PCN para justificar a importância do tema trabalhado.

O uso de aparatos experimentais nas atividades educacionais possui um importante papel no processo de ensino-aprendizagem de fenômenos físicos e na compreensão de mecanismos fenomenológico que ocorrem na natureza.

O objetivo do presente trabalho foi proporcionar aos estudantes a oportunidade de construir um relógio de sol, do tipo indígena, que os ajudem a compreender melhor alguns fenômenos e conceitos astronômicos tais como, as leis do movimento planetário, a localização de pontos na Terra e na esfera celeste, e algumas efemérides como solstício, equinócio e as estações do ano, além de permitir uma melhor compreensão dos aspectos históricos relacionados ao desenvolvimento científico e tecnológico de aparatos de localização e datação.

Dedicou-se um capítulo desta dissertação para explicar a ciência do Relógio de Sol, desde os aspectos históricos, com destaque para o Relógio Indígena, até à ciência moderna do GPS, passando pela física do sol, pelas leis do movimento planetário de Kepler, pelas coordenadas geográficas e por todos os conceitos e efemérides inerentes ao estudo e compreensão da construção, funcionamento e aplicabilidade do Relógio de Sol.

Em seguida, em nossas bases teóricas, foi feita uma compilação do artigo Crise no Ensino de Ciências, de Gerard Fourez, com a análise dos atores envolvidos à referida crise e das controvérsias ligadas a ela.

Na metodologia foi descrita a sequência didática da construção de um relógio de sol, do tipo indígena, por alguns estudantes do ensino médio.

Nos resultados e discussões foi apresentado e analisado o percentual das respostas dadas pelos estudantes a um questionário sobre conteúdos concernentes ao tema pesquisado. Foi analisada também a influência que a intervenção didática teve sobre estes percentuais, dando assim subsídios para as nossas considerações finais.

Como resultado final, este trabalho apresenta um produto composto de duas partes: número um, uma cartilha, que auxiliará os alunos a construir a oficina de relógio de sol, e número dois, um CD com alguns slides, que auxiliará o professor na exposição do conteúdo e na orientação dos estudantes. Produto este que certamente contribuirá com a melhoria do ensino de Física e Astronomia no Brasil.

Palavras-chave: Ensino de Física, Astronomia, Oficina de Relógio de Sol.

RECIFE – PE

Julho de 2016

# ABSTRACT

## THE USE OF A SUNDIAL WORKSHOP AS A TEACHING TOOL IN PHYSICS AND ASTRONOMY EDUCATION

Rhafael Roger Pereira

Supervisor(s):

Antonio Carlos da S. Miranda  
Doctor – UFRPE

Alexandro Cardoso Tenório  
Doctor – UFRPE

Dissertation of Master degree submitted to the post-graduate Program of UFRPE related to the Course of Professional Master of Physical Education (MNPEF) as part of the requirements for obtaining the Master's degree in Physics Teaching.

In this paper, we analyzed initially legal documents as the LDB (Law of Directives and Basis for National Education) and PCN (National Curricular Parameters) to justify the importance of working theme.

The use of experimental devices in educational activities has an important role in the teaching-learning process of physical phenomena and understanding of phenomenological mechanisms that occur in nature.

The objective of this study was to provide students the opportunity to build a sundial, an indigenous type, to help them understand better some phenomena and astronomical concepts such as the laws of planetary motion, the location of points on Earth and sphere heavenly, and some ephemeris as solstice, equinox and the seasons, besides allowing a better understanding of the historical aspects related to scientific and technological development of devices of location and dating.

He devoted a chapter of this dissertation to explain the science of Sundial from the historical aspects, especially the Indigenous Clock to the modern science of GPS, through sun physics, the Kepler's laws of planetary motion and also by geographic coordinates, and all the concepts and ephemeris inherent to the study and understanding of the construction operation and applicability of the Sundial.

After that, in our theoretical basis, we made a compilation of the article called Crisis in Science Education by Gerard Fourez, with the analysis of the actors involved in the crisis and the controversies linked to it.

In the methodology was described the didactics sequence in the construction of an Indian type sundial by some high school students.



In the results and discussions about the subject, it was presented and analyzed the percentage of answers given by the students to a questionnaire about contents concerning the topic searched. It was also analyzed the influence of didactic intervention over these percentages, thus giving subsidies to our final considerations.

As a final result, this work presents a two-part product: number one, a primer that will help students build a sundial workshop, and number two, a CD with some slides, which will help the teacher in exposure content and orientation of students. A product, which will certainly contribute to improving the teaching of Physics and Astronomy in Brazil.

Keywords: Teaching of Physics , Astronomy , Sundial Workshop.

RECIFE – PE

July of 2016

# Sumário

<u>Capítulo 1</u> – Introdução e Objetivos .....	12
<u>1.1</u> Introdução - .....	12
<u>1.2</u> Objetivos - .....	15
<u>Capítulo 2</u> – A Ciência do Relógio de Sol .....	16
<u>2.1</u> Relógio de Sol – Um breve histórico - .....	16
<u>2.2</u> O Sol nas nossas vidas - .....	19
<u>2.3</u> Coordenadas terrestres - .....	22
<u>2.4</u> As leis do movimento planetário - .....	24
<u>2.5</u> A Terra e os seus movimentos - .....	25
<u>2.6</u> Pontos cardeais - .....	26
<u>2.7</u> Polos geográficos e magnéticos - .....	27
<u>2.8</u> A inclinação da Terra - .....	29
<u>2.9</u> As estações do ano - .....	31
<u>2.10</u> Solstício e equinócio - .....	34
<u>2.11</u> A eclíptica - .....	37
<u>Capítulo 3</u> – Bases Teóricas .....	38
<u>3.1</u> Introdução - .....	38
<u>3.2</u> Análise Contextualizada - .....	39
<u>3.3</u> Controvérsias Ligadas à Crise no Ensino de Ciências - .....	41
<u>Capítulo 4</u> – Metodologia .....	50
<u>Capítulo 5</u> – Resultados e Discussões .....	61

<u>Capítulo 6</u> – Considerações Finais .....	66
<u>Apêndice A</u> – Produto da Dissertação: Cartilha .....	67
<u>Apêndice B</u> – Produto da Dissertação: Slides.....	73
<u>Apêndice C</u> – Pré/Pós Teste.....	79
<u>Referências</u> .....	80

# Capítulo 1

## INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

### 1.1 INTRODUÇÃO

A Lei de Diretrizes e Bases, LDB/96, ao considerar o Ensino Médio como última e complementar etapa da Educação Básica (BRASIL 1996), e a Resolução CNE/98, ao instituir as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, que organizam as áreas de conhecimento e orientam a educação à promoção de valores como a sensibilidade e a solidariedade, atributos da cidadania (BRASIL 1998), e juntamente com Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, PCN-EM, apontam de que forma o aprendizado de Ciências e de Matemática, já iniciado no Ensino Fundamental, deve encontrar complementação e aprofundamento no Ensino Médio.

Nessa nova etapa, em que já se pode contar com uma maior maturidade do estudante, os objetivos educacionais podem passar a ter maior ambição formativa, tanto em termos da natureza das informações tratadas, dos procedimentos e atitudes envolvidas, como em termos das habilidades, competências e dos valores desenvolvidos. Mais amplamente integrado à vida comunitária, o estudante da escola de nível médio já tem condições de compreender e desenvolver consciência mais plena de suas responsabilidades e direitos, juntamente com o aprendizado disciplinar.

No nível médio, esses objetivos envolvem, de um lado, o aprofundamento dos saberes disciplinares em Biologia, Física, Química e Matemática, com procedimentos científicos pertinentes aos seus objetos de estudo, com metas formativas particulares, até mesmo com tratamentos didáticos específicos. De outro lado, envolvem a articulação interdisciplinar desses saberes, propiciada por várias circunstâncias, dentre as quais se destacam os conteúdos tecnológicos e práticos, já presentes junto a cada disciplina, mas particularmente apropriados para serem tratados desde uma perspectiva integradora (BRASIL 1998).

A Física, por sistematizar propriedades gerais da matéria, de certa forma como a Matemática, que é sua principal linguagem, também fornece instrumentais e linguagens que são naturalmente incorporados pelas demais ciências. A Astronomia e a Cosmologia, no

sentido amplo de visão de mundo, e inúmeras tecnologias contemporâneas, são diretamente associadas ao conhecimento físico, de forma que um aprendizado culturalmente significativo e contextualizado da Física transcende naturalmente os domínios disciplinares estritos. É essa Física que há de servir aos estudantes para compreenderem a geração de energia nas estrelas ou o princípio de conservação que explica a permanente inclinação do eixo de rotação da Terra relativamente ao seu plano de translação.

Além disso, a lei n. 9.394/96 de Diretrizes e Bases (LDB), passa considerar o ensino médio como etapa final da educação básica, tendo como finalidade fornecer meios para o educando progredir no trabalho, na continuação dos estudos e garantir ao mesmo uma formação comum para o exercício da cidadania (FARIA 2008).

Em 1999, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM) propõem que o aprendizado deva ser entendido através de competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos professores junto aos alunos por área de conhecimento. De acordo com os PCN as competências e habilidades dividem-se em: representação e comunicação, onde se procura desenvolver a capacidade de comunicação; investigação e compreensão, onde se tenta desenvolver a capacidade de questionar processos naturais e tecnológicos, identificando regularidades, apresentando interpretações e prevendo evoluções como também desenvolver o raciocínio e a capacidade de aprender; contextualização sociocultural que tenta compreender e utilizar a ciência, como elemento de interpretação e intervenção e a tecnologia como conhecimento sistemático de sentido prático.

Diante desse novo panorama, faz-se necessária uma contextualização do ensino e com certeza a uma modificação no papel do professor, como mediador do processo de aprendizagem. Esta modificação passa por sua formação e deve valorizar o que Pimenta (2002) denomina por professor reflexivo: aquele profissional em processo contínuo de formação que reelabora seu saber inicial a partir de sua vivência prática nos contextos escolares.

Neste contexto, a Física deixa de ser vista de forma desarticulada como sinônimo de leis e fórmulas e de acordo com Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+ 2002), mas passa a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnada de contribuições

culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas impulsionada.

Considerando o panorama apresentado, um dos conteúdos de uma área afim da Física que devemos ressaltar em seu o valor pedagógico é o do ensino da Astronomia para os alunos do ensino fundamental e médio, por se tratar de um conteúdo com elementos sensoriais e abstratos, e também por fazer alusão a elementos da nossa natureza e história, promovendo autoestima e valorização dos saberes antigos, salientando que as diferentes interpretações da mesma região do céu, feitas por diversas culturas, auxiliam na compreensão das diversidades culturais (AFONSO 2009).

Desta forma, justifica-se a escolha do tema trabalhado, O Relógio de Sol, que se deu basicamente por causa de dois aspectos importantes: o primeiro deve-se ao despertar o interesse do autor deste trabalho pelo estudo e aprofundamento da Astronomia, a partir das vivências na disciplina “Tópicos de Astronomia para o Ensino Médio” cursada no mestrado; o segundo deve-se à carência do ensino de Astronomia no ensino básico do nosso país. Com a realização desta pesquisa e na apresentação dos seus resultados, acredita-se numa parcela de contribuição para a melhoria, difusão e expansão do ensino de Astronomia no ensino médio brasileiro.

## 1.2 OBJETIVOS

### *Objetivo Geral*

- Construir um relógio de sol, do tipo indígena, através de uma oficina como ferramenta didática.

### *Objetivos Específicos*

- Identificar as concepções e nível de clareza que os estudantes possuem acerca de alguns conteúdos físicos e astronômicos.
- Proporcionar aos estudantes do ensino médio a compreensão de alguns conteúdos astronômicos relacionados às coordenadas celestes e terrestres, às leis do movimento planetário e às efemérides como solstício e equinócio.
- Promover aos estudantes o entendimento dos aspectos históricos relacionados ao desenvolvimento científico e tecnológico dos aparatos de localização e datação, como rosa dos ventos, bússola, estações do ano, fuso-horário e calendário indígena.

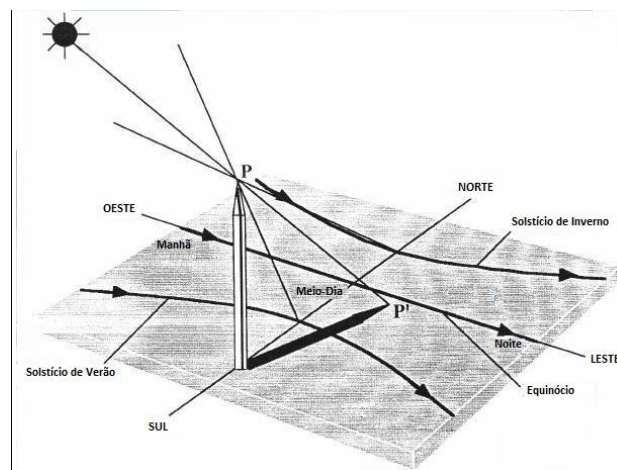
## Capítulo 2

# A CIÊNCIA DO RELÓGIO DE SOL

### 2.1 O Relógio de Sol – Um breve histórico

Desde a pré-história o homem observou que havia variações do clima e que os animais, as flores e os frutos vinham de acordo com as diferentes estações do ano. Assim, para usufruir melhor da flora e da fauna, ele começou a registrar os fenômenos celestes, principalmente os movimentos aparentes do Sol.

Quase todos esses registros foram obtidos através de um dos mais simples e antigos instrumentos de Astronomia: o relógio solar ou Gnômon vertical. Ele é constituído de uma haste cravada verticalmente no solo da qual se observa a sombra projetada pelo Sol, sobre um terreno horizontal. O Gnômon foi utilizado, também, nas civilizações maiores: Egito (obeliscos), século XV a.C.; China, século XI a.C.; Grécia, século VII a.C.. O relógio solar, simples haste vertical, teve então um papel muito importante e às vezes subestimado no desenvolvimento da Astronomia.



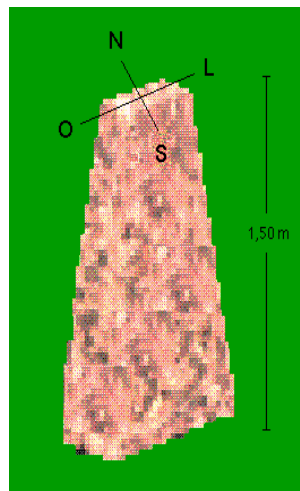
**Figura 2.1: Representação esquemática do relógio de Sol. Fonte: [Google 2016]**

Podemos construir um relógio solar com um pedaço de madeira (cabo de vassoura, por exemplo) cravado verticalmente no solo. Para verificarmos se a madeira se encontra na vertical, amarramos uma pedra em um barbante (fio de prumo) e a suspendemos ao lado da madeira. Se a madeira ficar paralela ao barbante ela se encontra na vertical do lugar.



Segundo o pesquisador da astronomia indígena Germano Bruno Afonso os conhecimentos astronômicos empíricos dos indígenas, relativos aos movimentos do Sol, da Lua, associados à biodiversidade local, suficientes para a sobrevivência em sociedade, são desconhecidos por muitos historiadores da ciência.

Os indígenas observavam os movimentos aparentes do Sol para determinar o meio dia solar, os pontos cardeais e as estações do ano utilizando o *Gnômon*, sendo chamado de *KuarayRa'anga*, em guarani e *CuaracyRaangaba*, em tupi antigo. Quando se encontra isolado, esse bloco é mais conhecido como monólito. Um tipo de Gnômon indígena, que temos encontrado no Brasil, em diversos sítios arqueológicos, é constituído de uma rocha, pouco trabalhada artificialmente, com cerca de 1,50 metros de altura, aproximadamente em forma de tronco de pirâmide e talhada para os quatro pontos cardeais. Ele aponta verticalmente para o ponto mais alto do céu (chamado zênite), sendo que as suas faces maiores ficam voltadas para a linha norte-sul e as menores para a leste-oeste (AFONSO 2009).



**Figura 2.2: Monólito Vertical – Gnômon. Fonte: [UFRJ-Rel 2016]**

A maioria dessas rochas foi deslocada de suas posições originais por caçadores de tesouro, não permitindo um estudo detalhado da construção. Considerando que esse monólito talhado foi colocado na posição vertical e que muitas tribos de índios brasileiros usavam e ainda usam o relógio solar, supomos que ele poderia servir, também, como um relógio solar mais aperfeiçoado, pois poderia fornecer os pontos cardeais mesmo na ausência do Sol.

Em volta do Gnômon indígena há rochas menores (seixos) que formam uma circunferência e três linhas orientadas para as direções dos pontos cardeais e do nascer e do pôr-do-sol nos dias do início de cada estação do ano (solstícios e equinócios). De acordo com a mitologia dos povos indígenas, em geral, o zênite é o domínio do deus maior da etnia considerada; os pontos cardeais são os domínios dos quatro deuses que o auxiliaram na criação do mundo e de seus habitantes; os pontos colaterais são domínios das esposas desses deuses. Chamamos esse monumento de rochas, constituído pelo Gnômon e pelos seixos, de *Observatório Solar Indígena*, devido à sua relação com os movimentos aparentes do Sol.



**Figura 2.3: Observatório Solar Indígena. Fonte: [UFRJ-Rel 2016]**

Além da orientação geográfica, um dos principais objetivos práticos da astronomia indígena era sua utilização na agricultura. Os indígenas associavam as estações do ano e as fases da Lua com a biodiversidade local, para determinarem a época de plantio e da colheita, bem como para a melhoria da produção e o controle natural das pragas. Eles consideram que a melhor época para certas atividades, tais como, a caça, o plantio e o corte de madeira, é perto da lua nova, pois perto da lua cheia os animais se tornam mais agitados devido ao aumento de luminosidade, por exemplo, a incidência dos percevejos que atacam a lavoura.

Essas considerações do professor Germano Afonso corroboram com o nosso trabalho no sentido de reforçar a importância de temas práticos e que resgatem o saber a partir da observação.

## 2.2 O Sol nas Nossas Vidas

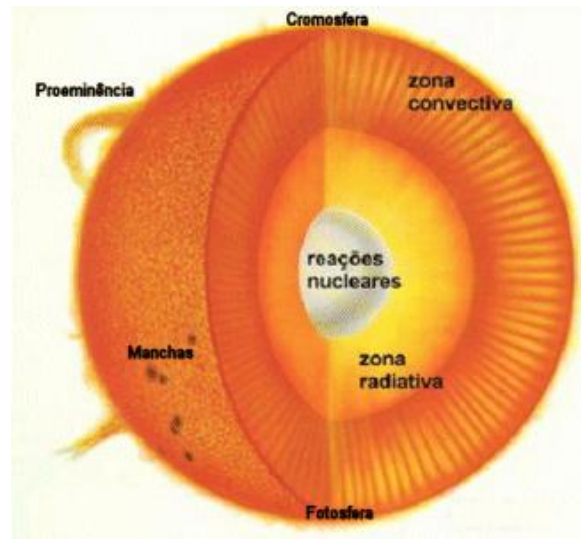
O Sol, nossa fonte de luz e de vida, é a estrela mais próxima de nós e a que melhor conhecemos. Basicamente, é uma enorme esfera de gás incandescente, em cujo núcleo acontece a geração de energia através de reações termo-nucleares. O estudo do Sol serve de base para o conhecimento das outras estrelas, que de tão distantes aparecem para nós como meros pontos de luz. Apesar de parecer tão grande e brilhante (seu brilho aparente é 200 bilhões de vezes maior do que o de Sírius, a estrela mais brilhante do céu noturno), na verdade o Sol é uma estrela bastante comum. Suas principais características são:

Massa	$M = 1,989 \times 10^{30} \text{ kg}$
Raio	$R = 695\,500 \text{ km} = 109 R_{\text{Terra}}$
Densidade média	$\rho = 1409 \text{ kg/m}^3$
Distância	1 UA = 149 600 000 km
Luminosidade	$L = 3,9 \times 10^{26} \text{ watts} = 3,9 \times 10^{33} \text{ ergs/s}$
Temperatura efetiva	$T_{\text{ef}} = 5785 \text{ K}$
Temperatura central	$T_c = 15\,000\,000 \text{ K}$
Composição química principal (Nº)	Hidrogênio = 91,2 %
	Hélio = 8,7%
	Oxigênio = 0,078 %
	Carbono = 0,043 %
Período rotacional no equador	25,67 d
na latitude 75°	33,40 d

**Figura 2.4: Algumas características do Sol. Fonte: [UFRS-Sol 2016]**

O modelo representado na Figura 2.5 mostra as principais regiões do Sol. A fotosfera, com cerca de 330 km de espessura e temperatura de 5785 K, é a camada visível do Sol. A palavra vem do grego: photo = luz. Logo abaixo da fotosfera se localiza a zona convectiva, se estendendo por cerca de 15% do raio solar. Na zona convectiva o transporte de energia é pelo movimento das parcelas de gás (transporte mecânico). Abaixo dessa camada está a zona radiativa, onde a energia flui por radiação, isto é, não há movimento das parcelas de gás, só transporte de fótons. O núcleo, com temperatura de cerca de 15 milhões de kelvins, é a região onde a energia é produzida, por reações termo-

nucleares. A cromosfera é a camada da atmosfera solar logo acima da fotosfera e tem baixa densidade. A palavra vem do grego: cromo = cor. Ela tem cor avermelhada e é visível durante os eclipses solares, logo antes e após a totalidade. Estende-se por 10.000 km acima da fotosfera e a temperatura cresce da base para o topo, tendo um valor médio de 15 mil kelvins. Ainda acima da cromosfera se encontra a coroa, também visível durante os eclipses totais. A coroa se estende por cerca de dois raios solares e tem densidade ainda mais baixa que a cromosfera.

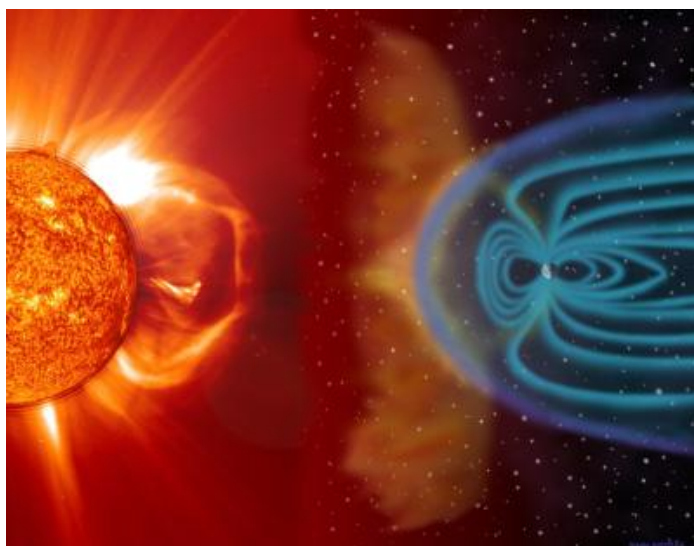


**Figura 2.5: Estrutura Solar. Fonte: [UFRS-Sol 2016]**

Da coroa emana o vento solar, um fluxo contínuo de partículas emitidas da coroa que acarretam uma perda de massa por parte do sol. Essas partículas podem ser elétrons e prótons, além de subpartículas como os neutrinos. Próximo da Terra, a velocidade das partículas pode variar entre 400 e 800 km/s, com densidades próximas de 10 partículas por centímetro cúbico. Além das partículas do vento solar, existem grandes ejeções coronais de massa associadas às proeminências, que quando atingem a Terra causam danos às redes elétricas e aos satélites. Ejeções coronais de massas são bolhas de gás quente (plasma), de cerca de 1 a 10 bilhões de toneladas, aquecidas pelos campos magnéticos do Sol. Em termos de radiação na Terra, a radiação que atinge a Terra normalmente é de 360 milirem/ano (3,6 mili sievert<sup>1</sup>/ano).

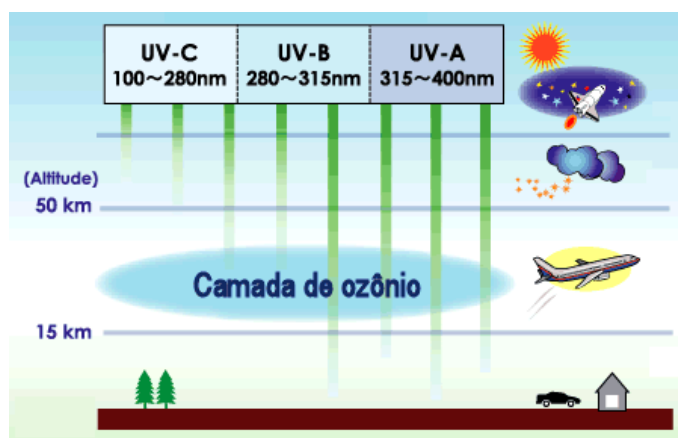
---

<sup>1</sup> É a unidade do Sistema Internacional de Unidades da dose equivalente e dose eficaz, e que leva em conta os efeitos biológicos em tecidos vivos, produzidos pela radiação absorvida. Sv = 1J/kg



**Figura 2.6: Vento solar e ejeções coronais. Fonte: [Sky 2016]**

A radiação ultravioleta tem comprimentos de onda menores do que a radiação visível e é normalmente dividida em três faixas: UV-A, UV-B, UV-C. Os raios UV-B, com comprimentos de onda entre 2800 e 3150 Å é a faixa mais perigosa que alcança a superfície da Terra. O ozônio (O<sub>3</sub>) atmosférico, além do próprio oxigênio molecular (O<sub>2</sub>) e nitrogênio, protege os seres na superfície das componentes mais danosas (energéticas) da radiação solar. Mas processos químicos na atmosfera podem romper as moléculas de ozônio. Desde 1979 tem-se detectado um buraco na camada de ozônio sobre a Antártica. A redução na camada de ozônio pode levar ao câncer de pele e cataratas nos seres vivos. Existem vários satélites monitorando o clima espacial e atualmente se pode receber notificação da chegada de uma ejeção coronal de massa com 3 horas de antecedência.



**Figura 2.7: Alcance da radiação ultravioleta. Fonte: [UFRS-Sol 2016]**

### 2.3 Coordenadas terrestres

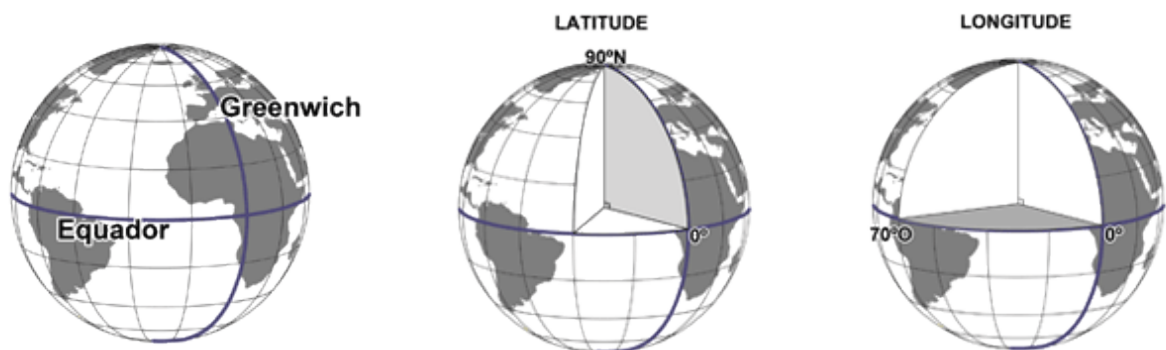
As coordenadas geográficas são um sistema de linhas imaginárias traçadas sobre o globo terrestre ou um mapa. É através da interseção de um meridiano com um paralelo que podemos localizar cada ponto da superfície da Terra.

Os paralelos são linhas paralelas ao Equador, sendo que a própria linha imaginária do Equador é um paralelo. O  $0^\circ$  corresponde ao equador, o  $90^\circ$  ao pólo norte e o  $-90^\circ$  ao pólo sul. Os meridianos são linhas perpendiculares ao Equador que vão do Pólo Norte ao Pólo Sul e cruzam com os paralelos. Todos os meridianos possuem o mesmo tamanho e o ponto de partida para a numeração dos meridianos é o meridiano que passa pelo observatório de Greenwich, na Inglaterra. Logo, o meridiano de Greenwich é o meridiano principal ( $0^\circ$ ). Ao leste de Greenwich os meridianos são medidos por valores crescentes até  $180^\circ$  e, a oeste, suas medidas são decrescentes até o limite de  $-180^\circ$ .

A nossa posição sobre a Terra é referenciada em relação à linha do equador e ao meridiano de Greenwich e é expressa em dois valores: a latitude e a longitude. Assim para saber a nossa posição sobre a Terra basta saber essas duas coordenadas.

A Latitude é a distância ao Equador medida ao longo do meridiano de Greenwich. Esta distância mede-se em graus, podendo variar entre  $0^\circ$  e  $90^\circ$  para Norte (N) ou para Sul (S).

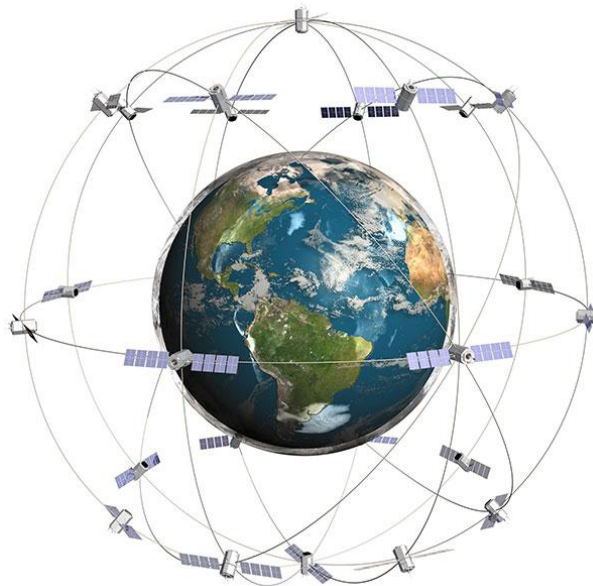
A Longitude é a distância ao meridiano de Greenwich medida ao longo do Equador. Esta distância mede-se em graus, podendo variar entre  $0^\circ$  e  $180^\circ$  para Leste (E) ou para Oeste (W).



**Figura 2.8: Coordenadas terrestres. Fonte: [UFMS-Lat 2016]**

O GPS (Sistema de Posicionamento Global) é formado por três segmentos: o espacial, o de controle e o utilizador. O espacial é composto por 24 satélites distribuídos em seis planos orbitais. O segmento de controle é responsável pelo monitoramento das órbitas dos satélites. Por fim, o segmento do utilizador é o receptor GPS, responsável pela captação dos sinais fornecidos pelos satélites.

Esse sistema de navegação permite, através de satélites artificiais, a obtenção de informações sobre a localização geográfica em qualquer lugar da superfície terrestre e em qualquer hora do dia. A localização geográfica ocorre em razão da emissão de rádio dos satélites, que são captadas por receptores GPS na Terra, onde são decodificadas as informações e fornecidos a latitude, longitude e altitude.



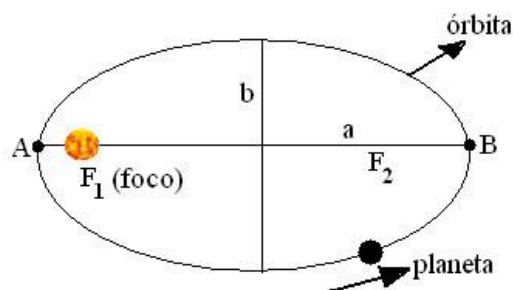
**Figura 2.9: O segmento espacial do GPS. Fonte: [Taringa 2016]**

Na história da humanidade sempre foram utilizadas técnicas de localização, muitas delas através de fatores naturais como estrelas, sol, vento, formações rochosas, entre outras. No entanto, o Sistema de Posicionamento Global apresenta extrema eficácia na obtenção de informações referentes à localização e orientação geográfica. Proporciona a posição geográfica em qualquer ponto do planeta.

## 2.4 As leis do movimento planetário

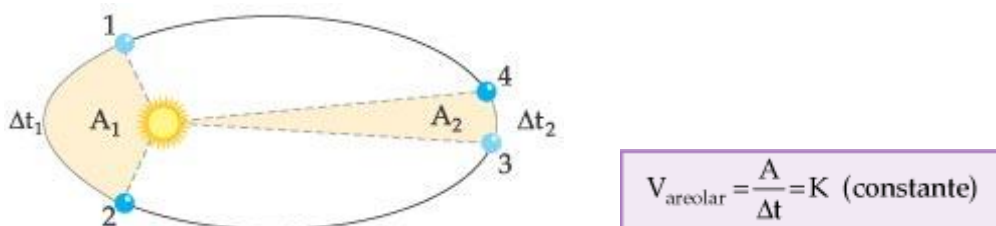
No século XVI, o astrônomo polonês Nicolaus Copernicus trocou a visão tradicional do movimento planetário centrado na Terra por um em que o Sol está no centro e os planetas giram em torno deste em órbitas circulares. Embora o modelo de Copérnico estivesse muito próximo de prever o movimento planetário corretamente, existiam discrepâncias. Isto ficou particularmente evidente para o planeta Marte, cuja órbita havia sido medida com grande precisão pelo astrônomo dinamarquês Tycho Brahe. O problema foi resolvido pelo matemático alemão Johannes Kepler, que descobriu que as órbitas planetárias não eram círculos, mas elipses. As leis do movimento planetário ficaram conhecidas como as Leis de Kepler, e trazem as seguintes definições:

1ª Lei: Cada planeta revolve em torno do Sol em uma órbita elíptica, com o Sol ocupando um dos focos da elipse.



**Figura 2.10: Órbitas elípticas. Fonte: [Mundo 2016]**

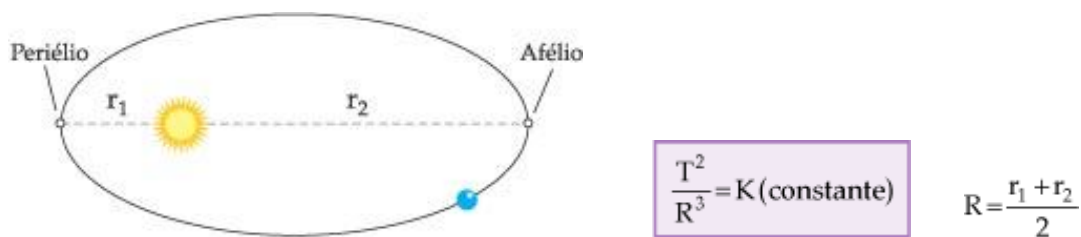
2ª Lei: A linha reta que une o Sol ao planeta varre áreas iguais em intervalos de tempo iguais. Isto significa que a velocidade areolar de um planeta é constante.



**Figura 2.11: Esquema da 2ª lei de Kepler. Fonte: [Mundo 2016]**



3ª Lei: Os quadrados dos períodos orbitais dos planetas são proporcionais aos cubos dos semi-eixos maiores das órbitas.



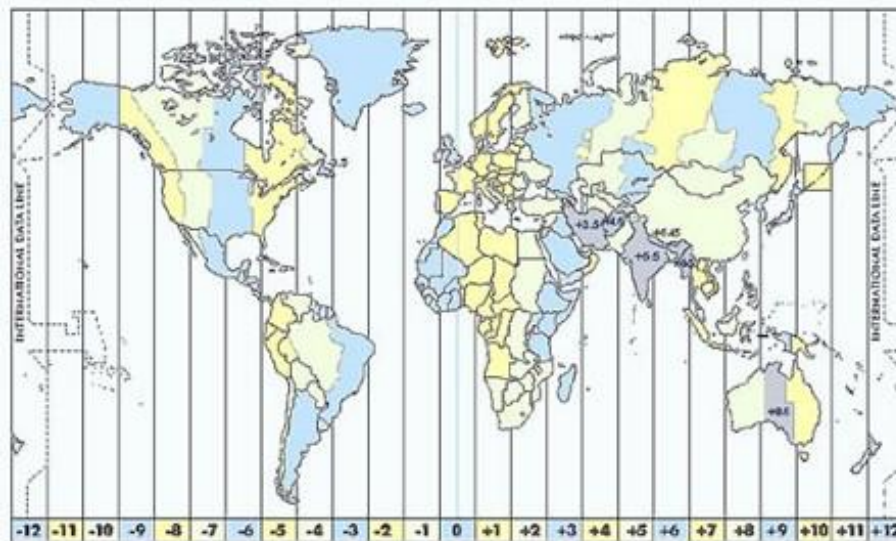
**Figura 2.12: Esquema da 3ª lei de Kepler. Fonte: [Mundo 2016]**

## 2.5 A Terra e os seus movimentos

O planeta Terra não é estático no universo, assim como acontece com todos os corpos celestes. Ele realiza uma série de 14 movimentos ao todo, alguns interferem diretamente na vida em sociedade, outros, nem tanto. Os principais movimentos da Terra, isto é, aqueles que possuem um efeito direto mais notório em nossas vidas, são a rotação e a translação.

A Rotação é o movimento que a Terra executa em torno de si mesma ou do seu eixo imaginário. O movimento acontece no sentido oeste-leste, a uma velocidade média de 463 m/s ou aproximadamente 1.666 km/h, na altura da Linha do Equador. A Terra leva 23 horas, 56 minutos e 4 segundos para completar uma volta em torno si mesma.

A maior consequência deste movimento é a sucessão dos dias e das noites. Porém, o Sol não consegue iluminar toda a Terra uniformemente. Logo, pontos da Terra que neste exato momento estão iluminados, estão se contrapondo a outros que estão na penumbra (sombra), ou seja, na noite. Por causa dessa desigualdade surge a necessidade da criação de um mecanismo para a padronização do tempo, denominada de Fuso-Horário. Os fusos são o resultado da divisão da circunferência terrestre ( $360^\circ$ ) pelas 24 horas do dia. Fuso-horário =  $(360^\circ)/24h$  – Logo, temos que: 1 Fuso-horário =  $15^\circ$ , que por sua vez é = 1h. A partir do meridiano de Greenwich, são estabelecidos 24 fusos horários, com  $15^\circ$  cada um;



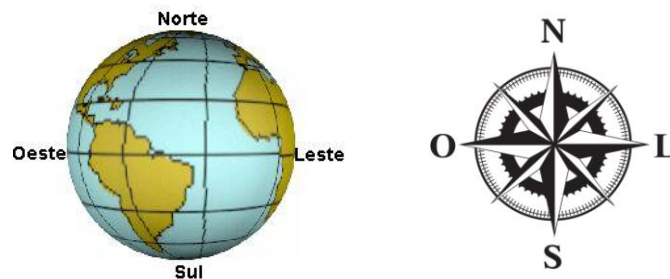
**Figura 2.13: Fusos-horários. Fonte: [Esq-Rot 2016]**

A Translação é o deslocamento da Terra ao redor do Sol (órbita). A execução do movimento é caracterizada por uma elipse (forma ligeiramente oval). Por isso, que a distância entre a Terra e o Sol varia de acordo com a época do ano. Uma volta completa dura aproximadamente 365 dias e 6 horas. O plano da órbita de translação da Terra não coincide com o plano do seu equador, mas sim com o plano da eclíptica, conceito este que estudaremos mais adiante. A maior consequência deste movimento, em conjunto com a inclinação da Terra, é a ocorrência das estações do ano.

## 2.6 Pontos cardeais

São pontos cujo significado é pontos principais ou pontos de referência. Através deles é possível localizar qualquer lugar sobre a superfície da Terra, são eles: o Norte e o Sul que apontam na direção dos polos terrestre; o Leste e o Oeste que apontam para o lado do nascer e do pôr do Sol, cruzando a linha Norte-Sul, como mostra a Figura 2.14. É importante destacar que o Leste e o Oeste não apontam sempre para o ponto onde o Sol nasce ou se põe e sim para o lado do nascente ou lado do poente. Durante o ano, o Sol nasce em pontos diferentes do lado do nascente e se põe em pontos diferentes do poente. Por isso, não podemos dizer que o Sol nasce sempre a Leste e se põe sempre a Oeste.

Dependendo da época do ano a diferença, entre o nascente (ponto onde o Sol nasceu) e o Leste verdadeiro, é grande.



**Figura 2.14: Pontos cardeais e Rosa dos Ventos. Fonte: [USP-Pontos 2016]**

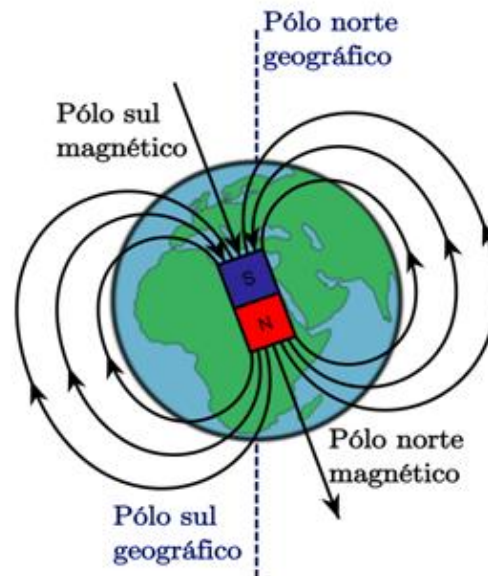
Um navegador ou um aviador que não sabe achar os pontos cardeais não consegue trabalho em lugar algum. Para que uma antena parabólica funcione ela deve estar apontada para o satélite! Como é que o instalador da antena sabe onde está o satélite? A maneira mais correta é achar os pontos cardeais e apontar a antena para uma direção do céu usando as coordenadas geográficas do satélite.

Um dispositivo que auxilia na localização dos pontos cardeais é a bússola, que nada mais é que um instrumento empregado para orientação através do campo magnético terrestre. Um pouco mais a frente, nós veremos como usar adequadamente a bússola para determinarmos a direção Norte - Sul magnético. Toda bússola apresenta um mostrador com os pontos cardeais e os pontos auxiliares, o aspecto visual desse mostrador está indicado na Figura 2.14. Outro nome aplicado a esse mostrador é o de: ROSA DOS VENTOS. Esse nome tem origem nos navegantes do Mar Mediterrâneo em associação aos ventos que impulsionavam suas embarcações.

## *2.7 Polos geográficos e magnéticos*

Por muito tempo se pensou que o norte geográfico e o norte magnético eram um só. Em 1831, o explorador inglês James Ross verificou que não eram iguais ao chegar ao Ártico e ver que a bússola apontava para o chão, o norte magnético (as linhas de força eram verticais e a única posição em que a agulha aquietava era na vertical).

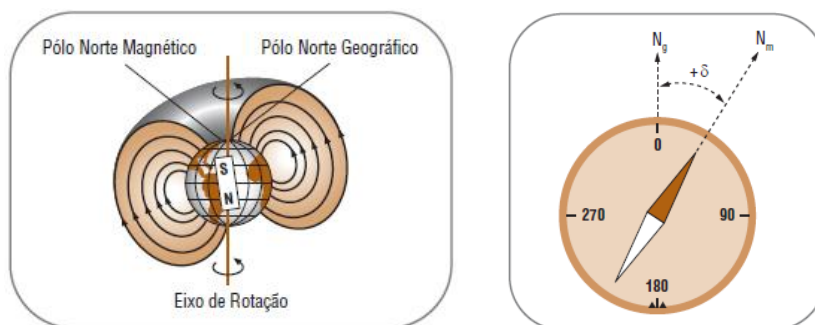
Uma confusão frequente é quanto à nomenclatura dos polos. Pela convenção física, o polo magnético norte estaria situado no sul da Terra e vice-versa. Para evitar essa confusão, convencionou-se chamar de polo norte magnético o polo que está próximo ao polo norte geográfico, o mesmo ocorrendo com o polo sul.



**Figura 2.15: Polos geográficos e magnéticos. Fonte: [Galileo 2016]**

O norte geográfico resulta do movimento de rotação da Terra, enquanto o norte magnético é o resultado do campo magnético gerado pelo movimento do metal fundido do núcleo externo em torno do núcleo metálico sólido da Terra. Os dois nortes, portanto, expressam fenômenos geofísicos diferentes. Usando esse princípio os chineses inventaram a bússola e os europeus se lançaram às grandes navegações.

Uma agulha imantada aponta sempre para o polo norte magnético e, de modo aproximado, para o norte geográfico. O ângulo entre o norte magnético e o geográfico reflete a declinação magnética do lugar e varia geralmente de 20 a 30 graus. Como o campo magnético varia com o tempo, atualmente em São Paulo a diferença entre os dois nortes é de 23 graus. De modo que:  $\delta = IT + LL$ , Onde IT é a inclinação da Terra e LL a latitude local.

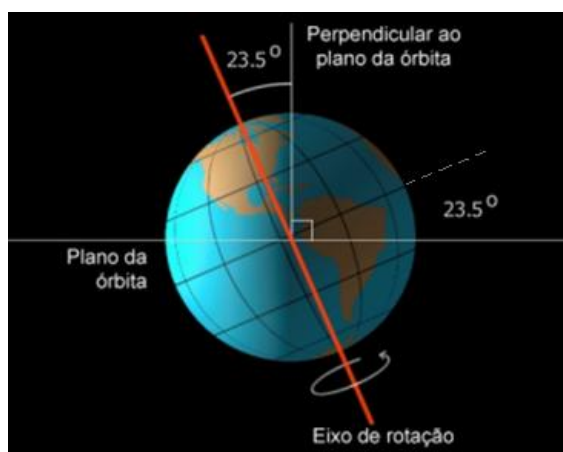


**Figura 2.16: Declinação magnética**

Então, uma bússola não aponta para o Norte verdadeiro, aponta em direção a um ponto a Leste ou Oeste do Norte verdadeiro (Norte geográfico). Uma declinação positiva ou leste significa que o Norte magnético está desviado do Norte verdadeiro no sentido horário. Exemplos: + 12°, 12°L ou 12°E (*east*). Uma declinação negativa ou oeste significa que o Norte magnético está desviado no sentido anti-horário. Exemplos: - 13°, 13°O ou 13°W (*west*).

## 2.8 A inclinação da Terra

O eixo de rotação da Terra está inclinado de aproximadamente 23,5° em relação à perpendicular ao plano da órbita de translação da Terra, e aponta para uma direção fixa no céu. Isso significa que o plano do equador terrestre também está inclinado desse mesmo ângulo em relação ao plano desta órbita.



**Figura 2.17: Eixo de inclinação da Terra. Fonte: [Nova-Escola 2016]**

A primeira consequência é a definição dos paralelos ao equador. Há quatro paralelos importantes: os dois trópicos e os dois círculos polares. Os círculos polares Ártico (hemisfério norte) e Antártico (hemisfério sul) estão afastados do equador  $+66^{\circ} 33'$  e  $-66^{\circ} 33'$ , respectivamente. Os trópicos de Câncer (hemisfério norte) e de Capricórnio (hemisfério sul) estão afastados do equador  $+23^{\circ} 27'$  e  $-23^{\circ} 27'$ , respectivamente. Esses paralelos são especiais porque definem as zonas climáticas glaciais, temperadas e tropical. Observadores posicionados exatamente sobre os trópicos verão o Sol passar pelo *zênite* uma vez por ano. Entre os trópicos (zona tropical), os observadores terão o Sol no *zênite* duas vezes ao ano.

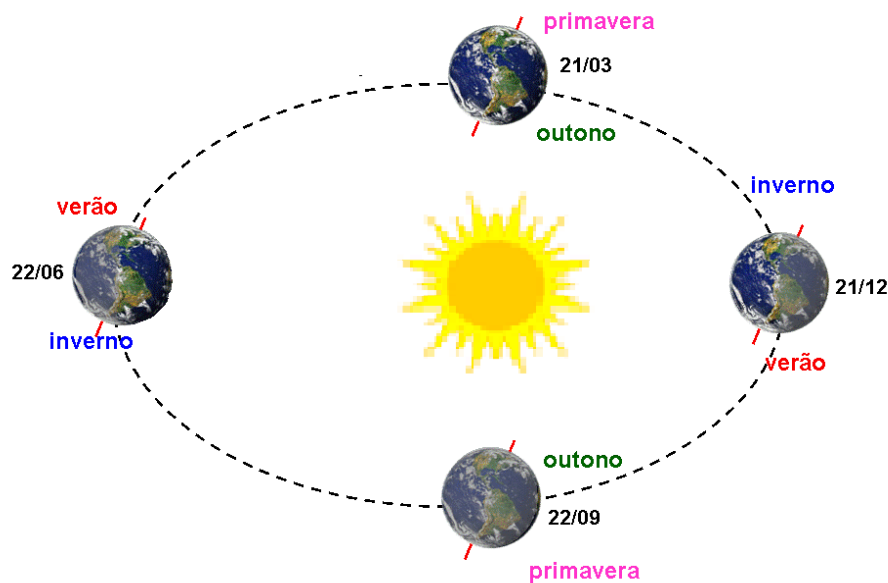


**Figura 2.18: Eixos paralelos ao equador terrestre. Fonte: [UFRS-Sol/Equi 2016]**

Nas zonas temperadas, isto é acima do Trópico de Câncer e abaixo do Trópico de Capricórnio, o Sol jamais passará pelo *zênite*. Quanto mais próximo dos pólos estiver o observador, mais baixo ele verá o Sol ao meio dia local. Os extremos acontecem nas zonas glaciais, que são as regiões acima do Círculo Polar Ártico e abaixo do Círculo Polar Antártico. Nelas, durante o verão o Sol estará sempre acima do horizonte; portanto ele não nasce nem se põe e o dia será sempre claro. Já no inverno, ele estará sempre abaixo do horizonte, e o dia será sempre escuro. Evidentemente, essas condições ocorrem de forma invertida nos pólos. A segunda consequência é a sazonalidade das estações do ano. Consequência esta que veremos a seguir.

## 2.9 As estações do ano

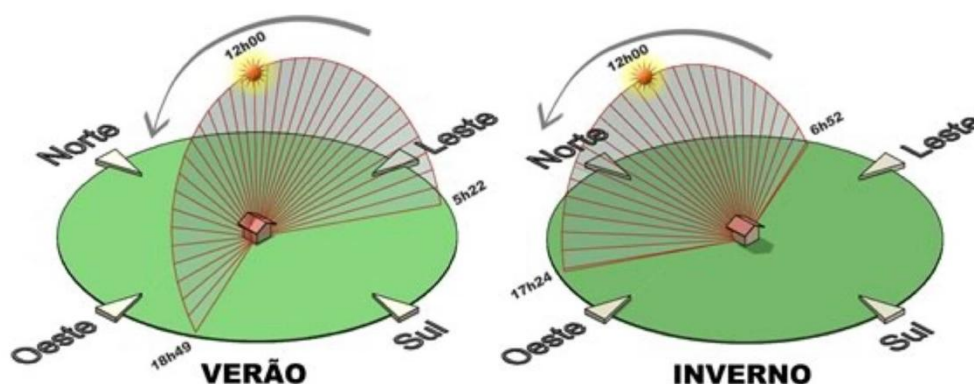
Um equívoco muito comum é pensar que as estações do ano são devidas às variações da distância da Terra ao Sol, durante um trajeto completo. A diferença entre o periélio e o afélio é de apenas 4%. As estações ocorrem porque os hemisférios norte e sul são iluminados diferentemente e de forma oposta durante o trajeto da Terra. A figura 2.19 mostra que no dia 21/12 a insolação no hemisfério sul é maior que a no hemisfério norte, portanto é verão no hemisfério sul e inverno no hemisfério norte. Seis meses depois, no dia 22/06 a Terra estará na posição diametralmente oposta, logo a situação se inverterá. Essas duas posições de máxima e mínima insolação nos pólos definem os *solstícios de verão* (no hemisfério mais iluminado) e *de inverno* (no hemisfério menos iluminado).



**Figura 2.19: As estações do ano. Fonte: [Ebah 2016]**

Nas épocas intermediárias, isto é, próximas aos dias 21/03 e 23/09 a insolação é praticamente a mesma nos dois hemisférios. Nessas datas o dia e a noite têm a mesma duração nos dois hemisférios, daí o nome *equinócio*. O equinócio de 21/03 é de outono no hemisfério sul e de primavera no hemisfério norte; no equinócio de 23/09 ocorre o oposto. Essas efemérides, solstício e equinócio, serão vistas com maiores detalhes no próximo tópico.

Por conta desta sazonalidade a altura do Sol, o ângulo de elevação do Sol acima do horizonte, para uma dada hora do dia (por exemplo, meio dia) varia no decorrer do ano. No hemisfério de verão as alturas do Sol são maiores, os dias mais longos e há mais radiação solar. No hemisfério de inverno as alturas do Sol são menores, os dias mais curtos e há menos radiação solar.



**Figura 2.20: Dia e noite com durações distintas ao longo do ano.**

**Fonte: [Arquitetura 2016]**

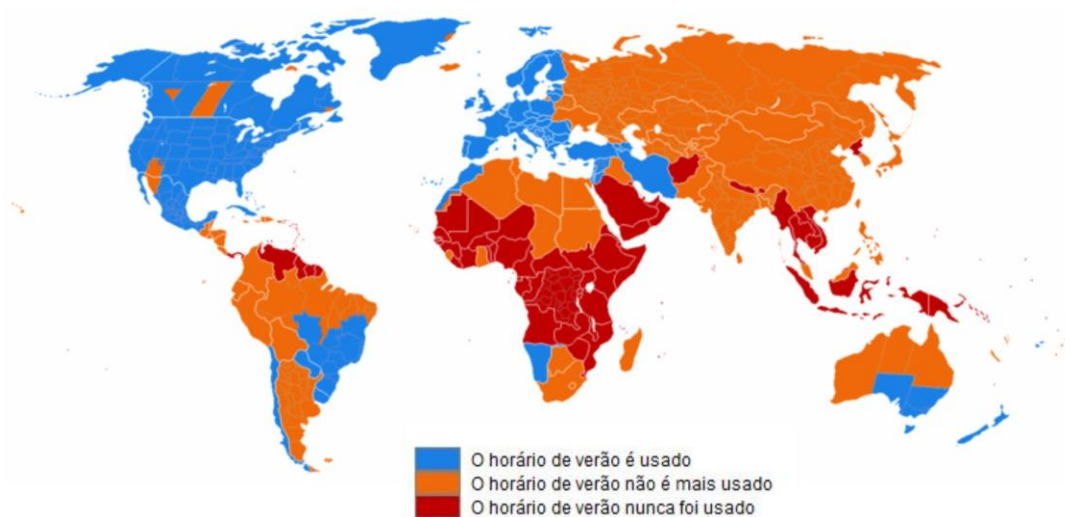
Por causa dessas diferenças temos como consequência o Horário de verão, que é a prática de adiantar os relógios em uma hora durante os meses do verão, com o objetivo de fazer com que a luz do dia seja usada também durante o início da noite, enquanto sacrificando o horário normal do nascer do sol. Tipicamente a população de regiões que adotam a medida avançam uma hora próximo ao início da primavera e retornam para o padrão no outono.

O horário de verão contribui para reduzir o consumo de energia, mas a medida só funciona nas regiões distantes da linha do equador, porque como já visto, nesta estação os dias se tornam mais longos e as noites mais curtas. Porém nas regiões próximas ao equador, como a maior parte do Brasil, os dias e as noites têm duração igual ao longo do ano e a implantação do horário de verão nesses locais, traz pouco ou nenhum proveito. Contudo, seu maior efeito é diluir o horário de pico, evitando assim uma sobrecarga do sistema energético. Segundo o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), "O Horário de Verão tem como objetivo principal a redução da demanda máxima do Sistema Interligado Nacional no período de ponta. Isso é possível, pelo fato da parcela de carga referente à



iluminação ser acionada mais tarde, que normalmente o seria motivada pelo adiantamento do horário brasileiro em 1 hora. O efeito provocado é de não haver a coincidência da entrada da iluminação, com o consumo existente ao longo do dia do comércio e da indústria, cujo montante se reduz após as 18 horas.

Cerca de trinta países usam o horário de verão pelo menos em uma área dos seus territórios. Grande parte das terras habitadas, no Hemisfério Norte, fica em altas latitudes, onde o inverno é mais rigoroso, com o Sol se pondo muito cedo e nascendo lentamente durante o dia. No verão, o inverso ocorre. É comum o dia ainda estar claro às 20 ou até às 22 horas. Por isso, nesses lugares o horário de verão faz uma grande diferença.

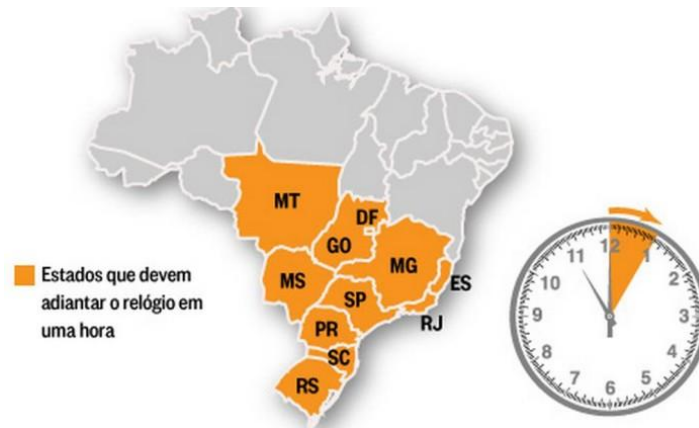


**Figura 2.21: Mapeamento mundial do uso do horário de verão.**

**Fonte: [Wiki-Verão 2016]**

No Brasil o horário de verão foi adotado pela primeira vez em 1º de outubro de 1931, através do Decreto 20.466, abrangendo todo o território nacional. Houve vários períodos em que este horário não foi adotado. Desde 1985 o horário de verão é adotado anualmente. Nesse período a abrangência, inicialmente nacional, foi reduzida sucessivas vezes até que em 2003 atingiu a atual. Atualmente, o horário de verão é adotado nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste. Depois de oito anos sem adotá-lo, o estado da Bahia o adotou em 2011. Em 2012, no entanto, a Bahia voltou atrás nessa decisão. Desde 2008, o início é no terceiro domingo de outubro, e o final no terceiro domingo de

fevereiro, exceto quando este coincide com o Carnaval, sendo então o horário prorrogado em uma semana.



**Figura 2.22: Mapeamento nacional do uso do horário de verão. Fonte: [Globo 2016]**

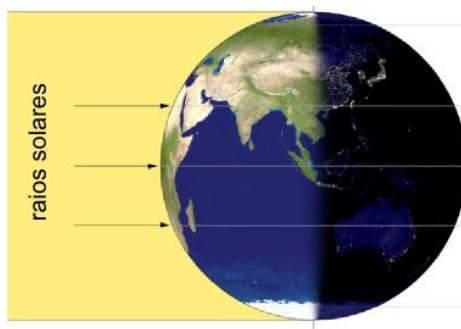
### 2.10 Solstício e equinócio

Solstícios e equinócios são palavras bem incomuns. Entretanto de complicados esses elementos só têm o nome. Os solstícios e equinócios são dois fenômenos referentes às diferentes formas com que o nosso planeta Terra é iluminado pelos raios solares. Acontece que, por causa do movimento de translação, bem como pela inclinação do planeta ao longo do ano, os raios solares apresentam-se de maneiras diferenciadas, observe a figura a seguir.



**Figura 2.23: Solstícios e equinócio. Fonte: [Geobau 2016]**

Dessa forma, os equinócios são os períodos do ano em que a Terra é iluminada igualmente nos dois hemisférios. Nesse momento, os dias e as noites possuem a mesma duração. Confira a imagem a seguir:



**Figura 2.24: No equinócio a Terra é iluminada igualmente entre os hemisférios.**

**Fonte: [Esc.-Solstício 2016]**

Os equinócios ocorrem em dois períodos do ano: nas proximidades do dia 21 de março, quando ocorre o equinócio de outono no hemisfério sul, e nas proximidades do dia 23 de setembro, quando ocorre o equinócio de primavera.

Já os solstícios são os períodos em que a Terra é iluminada de maneira desigual nos hemisférios. Assim, no de 21 junho, há a indicação do solstício de inverno no hemisfério sul (e de verão no hemisfério norte), com os dias menores do que as noites, e no dia 21 de dezembro, há os solstícios de verão no nosso hemisfério, com as noites menores do que os dias. Vejamos:

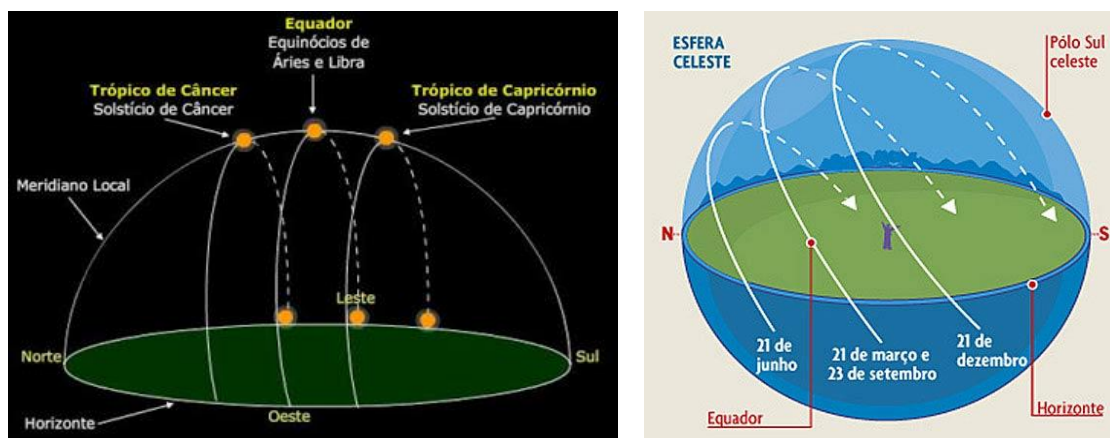


**Figura 2.25: Nos solstícios a Terra é iluminada de maneira desigual nos hemisférios.**

**Fonte: [Esc.-Solstício 2016]**

É importante lembrar que as estações do ano estão diretamente associadas a esses processos, sendo inversas entre um polo e outro. Se for outono em um hemisfério, será primavera no outro; se for inverno em um hemisfério, então será verão no outro.

Não é em toda a superfície da Terra que acontece do Sol "ficar a pino" (sombra zero, de um poste na vertical) em algum dia do ano. Para localidades a  $23,5^\circ$  do equador terrestre, norte ou sul, o Sol fica a pino apenas no dia do solstício de verão (ao meio dia solar, quando o Sol passa pelo meridiano do lugar). Localidades a mais de  $23,5^\circ$  do equador terrestre, ao norte ou ao sul, nunca têm o Sol a pino. Localidades entre  $23,5^\circ$  sul e  $23,5^\circ$  norte têm o Sol a pino dois dias por ano. Esses dias estão simetricamente dispostos em relação ao solstício de verão e tanto mais próximos do dia desse solstício, quanto mais próxima da latitude  $23,5^\circ$  estiver a localidade. Localidades sobre o equador terrestre têm o Sol a pino nos equinócios.



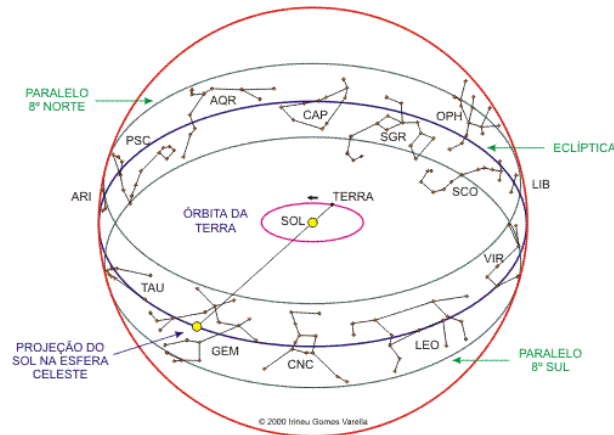
**Figura 2.26: Nos solstícios a Terra é iluminada de maneira desigual nos hemisférios.**

**Fonte: [Illuminate 2016]**

As linhas dos trópicos delimitam a região do nosso planeta por onde o Sol passa a pino algum dia do ano. Os círculos polares delimitam a região onde o Sol não se põe pelo menos um dia do ano e não nasce pelo menos uma noite seis meses depois. Note que no solstício de verão toda a calota interna ao círculo polar fica iluminada. No solstício de inverno não chega luz do Sol a nenhum ponto dessa calota, como já vimos anteriormente.

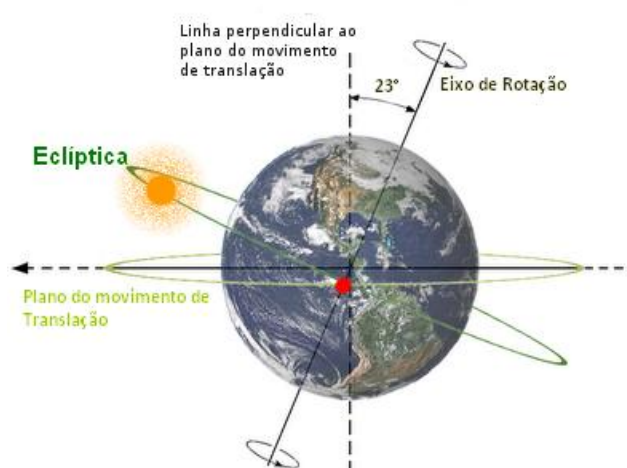
## 2.11 A eclíptica

Devido ao movimento de translação da Terra em torno do Sol, este aparentemente se move entre as estrelas do zodíaco, ao longo do ano, descrevendo uma trajetória na esfera celeste chamada eclíptica.



**Figura 2.27: Eclíptica como rota solar, planetária e zodíaca. Fonte: [Astro 2016]**

A eclíptica é a projeção sobre a esfera celeste da trajetória aparente do Sol observada a partir da Terra. A razão do nome provém do fato de que os eclipses somente são possíveis quando a Lua está muito próxima do plano que contém a eclíptica. A Eclíptica é um círculo máximo que tem um inclinação de  $23,5^\circ$  em relação ao Equador Celeste.



**Figura 2.28: Eclíptica na esfera celeste. Fonte: [Pro-qua-az 2016]**

## Capítulo 3

# BASES TEÓRICAS

### *3.1 Introdução*

O ensino das ciências ao longo do tempo vem sendo analisado, criticado e aperfeiçoado, devido a sua importância na formação de profissionais e cidadãos, pois numa época em que o conhecimento, especialmente o de ciências e tecnologia, está associado ao poder e a hegemonia. Neste sentido, um dos teóricos mais referenciados, Gerard Fourez, tem escrito vários artigos e livros a respeito desta problemática. Tomando-o como referencial teórico, fazendo as devidas adaptações e adequações ao nosso contexto e realidade cultural e educacional, desenvolvemos este trabalho.

Neste contexto, faremos neste capítulo uma compilação do seu artigo *Crise no Ensino de Ciências* (FOUREZ 2003) para mostrar que o uso de uma oficina de relógio de sol pode ser uma excelente ferramenta didática para alcançar o aperfeiçoamento desejado no ensino de Física e Astronomia, e corroborar com as reflexões críticas do referido autor no que tange a sua proposta de que uma boa prática de ensino de qualquer ciência possa incluir novas metodologias que reforcem o protagonismo dos estudantes e incentivem os mesmos a se tornarem coautores do processo de ensino e aprendizagem, de modo que o resultado da participação ativa destes aprendizes tenha um significado tanto para eles quanto para a sua comunidade.

Desta forma, apresentaremos a seguir a citada compilação pontuando alguns aspectos que julgamos importantes para o contexto desta dissertação, no que diz respeito à contribuição para o ensino de Astronomia de um grupo de estudantes do ensino médio, numa realidade sócio-educacional de uma região do agreste nordestino. Assim, toda e qualquer análise no escopo deverá levar em consideração os aspectos pertencentes a esta realidade específica em que vivem os jovens desta região. A escolha deste público alvo foi feita pelo fato do autor desta dissertação ser professor de uma escola de ensino médio-técnico da cidade de Pesqueira, agreste pernambucano, o que é pertinente com as diretrizes do mestrado profissional, que exige um produto como resultado final da conclusão do curso.

### *3.2 Análise Contextualizada*

Segundo Fourez (FOUREZ 2003) é necessária uma revisão crítica sobre os problemas enfrentados pelo ensino de ciências na atualidade, sobre os objetivos da educação científica e sobre os desafios presentes na escola. Após as suas reflexões este autor indica que há uma necessidade de redefinições do ensino das ciências e da forma de condução das atividades de ensino. É bom destacar que estas reflexões estão ancoradas a um contexto específico, no caso, da Bélgica de língua francesa, um país do mundo industrializado, no ano de 2003, ou seja, há mais de 10 anos, de modo que este cenário já era bem caótico para a época.

Como primeiro momento reflexivo do tema pelo teórico são destacados os atores envolvidos em toda essa problemática, são eles: alunos, professores de ciências, dirigentes da economia, pais e cidadãos.

#### *OS ALUNOS*

Com respeito à análise de como os estudantes ingressam em cursos de carreiras específicas, técnico ou superior, verificou-se que o aumento das inscrições nas instituições na área de ciências humanas mostra que eles rejeitam os cursos na área de ciências da natureza e suas tecnologias. Eles até admiram os cientistas, e isto os fazem felicitá-los pelo seu maravilhoso trabalho, entretanto nada mais...

Em termos de ciências, os estudantes têm a impressão de que se quer obrigá-los a ver o mundo com os olhos de cientistas. Onde na verdade o que faria sentido para eles seria, apenas, um ensino de ciências que os ajudassem a compreender o mundo deles. Eles não aceitam mais se engajar em um processo que se lhes quer impor sem que tenham sido antes convencidos de que esta via é interessante para eles ou para a sociedade. Os jovens de hoje pedem que lhes seja mostrado de início a importância – cultural, social, econômica ou outra – das abstrações científicas.

Qualquer tipo de aumento do número de estudantes se lançando em carreiras científicas nestes últimos anos mostra que isso é resultado de uma boa campanha publicitária, com o atrativo de empregos e bons salários, o que causa um efeito sobre a escolha desses jovens.

### *OS PROFESSORES*

No caso dos professores de ciências, verifica-se que são duplamente atingidos. Como todos os professores, eles têm de se “virar” face à crise da escola e à perda de poder e da consideração da sua profissão. Pede-se a eles que mostrem o sentido que pode haver no estudo de ciências para um jovem de hoje. Mas, a formação dos licenciados esteve mais centrada sobre o projeto de fazê-los técnicos de ciências do que de fazê-los educadores. Quando muito, acrescentou-se à sua formação de cientistas uma introdução à didática de sua disciplina. Quase não foram atingidos, na época da sua formação, por questões epistemológicas, históricas e sociais.

Quanto à interdisciplinaridade, os professores se limitam a uma noção distorcida do que é a interdisciplinaridade, levando-os no máximo ao cruzamento de disciplinas científicas escolares (Física, Química, Biologia).

### *OS DIRIGENTES*

Em relação aos dirigentes do mundo econômico e industrial, há um lamento muito grande ao constatarem a diminuição do número de jovens em carreiras com base científica. Inquietam-se com a falta de engenheiros e cientistas. O mundo industrial acha que se corre o risco de não mais produzir riquezas em quantidades suficientes para satisfazer nossas necessidades crescentes devido a este déficit. Estes gestores só veem as dimensões técnicas e econômicas deste problema.

### *OS PAIS*

Os pais de alunos, preocupados com o emprego de seus filhos, concordam fortemente com o ponto de vista do mundo econômico. De modo geral as famílias se orgulham de seus filhos que, por exemplo, tem um bom emprego e um bom salário como agrônomo de uma plantação de fumo ou como engenheiro mecânico de uma fábrica de armas, ou ainda como químico de uma produtora de bebida alcoólica. Se os salários são bons e o status os tornam importantes na sua comunidade, as preocupações sociais, ambientais e humanitárias ficam em segundo plano.

### *OS CIDADÃOS*

A participação dos cidadãos, fator importante para qualquer atividade que envolva jovens, especialmente em ambientes escolares, não será uma participação ativa antes de



responder a seguinte pergunta: onde estes cidadãos se situam em relação às ciências e às tecnologias? O que se faz hoje para formar cidadãos que participem dos debates políticos sobre temas impregnados de questões científicas, como a eutanásia, a política energética, a atitude frente às drogas, energia nuclear, etc? Parece que a única coisa que importa é o desenvolvimento tecnológico, deixando-se de lado as relações destes temas com o desenvolvimento humano e ambiental.

### *3.3 Controvérsias Ligadas à Crise do Ensino de Ciências*

#### **1- Quantidade de matéria x Qualidade da formação.**

De acordo com Fourez essa contradição aparece no momento em que os professores passam a discutir o planejamento do currículo do ano letivo. Normalmente há uma polarização entre os pensamentos diversos (Quantidade de matéria x Qualidade da formação). Para o primeiro grupo, o mais importante é que os estudantes conheçam bem os resultados científicos que lhes permitam compreender o mundo que os cerca. Por outro lado, o segundo grupo responde que, de qualquer maneira, os alunos não conhecerão jamais tudo o que poderia ser útil para sua inserção em um mundo técnico-científico. Há professores que são mais polarizados quanto aos resultados quantitativos a ensinar, e outros quanto à qualidade e aos métodos.

Na oficina de construção de relógio de sol a ênfase dada foi na formação, na qualidade dos conteúdos e no método participativo da turma. Por outro lado, não foi desprezada uma quantidade de conceitos necessários ao aprendizado dos fenômenos associados ao aparato, como se pode verificar no teste de sondagem (pré-teste). A aparente contradição entre quantidade e qualidade não deve ser resolvida abordando-se apenas um dos lados da questão, mas harmonizando as duas perspectivas sem esquecer a prioridade de, no nosso caso, a qualidade da formação.

#### **2- Formação cidadã x Formação científica.**

Segundo Fourez, esta polarização refere-se às finalidades do ensino de ciências. Pode privilegiar seja a capacidade para utilizar os saberes das disciplinas a fim de enfrentar situações da existência (ponto de vista “cidadão”), seja a proeza científica (capacidade de responder a questões difíceis). Cada uma destas perspectivas tem sua importância. A

primeira visa à formação, à inserção e à capacidade criativa do cidadão na sociedade (alfabetização científica). A segunda privilegia a formação de especialistas (dos que decidiram fazer uma carreira em ciências e tecnologias).

Os cursos de ciências que visam à formação de cientistas se ramificam em física, química, biologia. Já os que visam à formação cidadã, falam de ambiente, de poluição, de tecnologia, de conquista espacial, da história do universo e dos seres vivos e se expressam em termos de finalidades humanistas, sociais e econômicas com *objetivos humanistas, objetivos ligados ao social, objetivos ligados ao econômico e ao político*. São duas orientações distintas.

Neste trabalho deu-se ênfase às duas abordagens, tanto a formação cidadã quanto a formação científica, visto que houve o cuidado em preparar os estudantes para uma vida profissional e social, fazendo por exemplo com que eles reconheçam os saberes no seu cotidiano e aplicando às suas necessidades regionais como plantio e colheita, como também capacitá-los para um leque de conhecimentos científicos de modo a oportunizá-lo a uma vaga num curso de ciências naturais.

### **3- Formação em ciência e tecnologia: Individual x Coletiva.**

Um destaque especial do pensamento de Fourez é a tensão que aparece também quando se trata de ver se é o indivíduo ou uma coletividade que se quer capacitar para se “virar” no nosso mundo técnico-científico. A tradição de nosso ensino pensa espontaneamente em educar o indivíduo. É desta forma que a escola espera fazer de cada estudante um cidadão. Todavia, nunca é inteiramente só que se afronta a realidade, mas também em grupo, em comunidade humana, em sociedade organizada. Então, o sujeito da alfabetização científica não é mais o indivíduo isolado, mas o grupo. Da mesma forma, uma coletividade local pode ser “alfabetizada” em relação à construção de uma indústria poluidora, ou em relação a uma política frente às drogas. Isto significa que foi instaurada nesta comunidade uma cultura (formada de saber, saber-fazer e saber-ser) permitindo uma discussão pertinente da situação. Nestas condições, um debate democrático torna-se possível.

Na vivência com este grupo de estudantes, enquanto uma comunidade de colegas que compõem uma mesma classe de um mesmo curso, que participou coletivamente e de

forma colaborativa demonstrando uma troca de vivências e saberes, visto que boa parte do grupo reside em área rural e tem como subsistência a atividade agrícola. Como fator comum ao grupo há uma relação direta com a observação solar e a sua influência na agricultura de subsistência familiar. Fato este que despertou a curiosidade e a empolgação com o conteúdo associado à sua realidade socioeconômica. Portanto, podemos afirmar que o trabalho em tela apesar de estar numa escola que ainda pratica uma educação de formação individual, é uma contribuição para formação em ciência coletiva, tanto na dinâmica da sua oficina quanto na vivência de uma ação social em grupo.

#### **4- Ciências das condições ideais x Ciências de todos os dias.**

Para nosso teórico, Fourez, a questão de saber se será privilegiada a alfabetização científica ou a perspectiva das profissões científicas, vincula-se a dos materiais de experiências e de situações estudadas. A Física ensinada será a dos experimentos de laboratório (de um fornecedor especializado) ou a de todos os dias (que se encontra no dia a dia ao nosso redor)? O ensino será ligado às situações cotidianas ou às de laboratório? Será considerada a realidade vivida cotidianamente ou aquela realidade que os cientistas conceituaram?

No nosso caso, optamos para ciência de todos os dias. Pois o nosso “laboratório” é a natureza e as condições ambientais naturais da realidade social de nossos aprendizes, que em sua maioria são oriundos de áreas rurais e de áreas urbanas de municípios do agreste pernambucano. A Física discutida tem como conteúdos a radiação solar, coordenadas, trajetória solar, modelos geocêntricos e heliocêntricos, entre outros. Por essas razões as situações do cotidiano foram priorizadas tanto no processo de ensino-aprendizagem quanto no produto da dissertação do mestrado.

#### **5- Ensino das ciências x Meios sociais.**

O texto base que analisamos (FOUREZ 2003) nos traz a seguinte reflexão: as ciências veiculam uma maneira de teorizar o mundo que as situa diferentemente segundo as classes sociais. Os dirigentes de empresas não se enganam quando reivindicam sólidas formações científicas e destacam que a importância destas disciplinas reside especialmente na aprendizagem de uma realidade dura e inexorável. Esta capacidade de objetivação do

mundo e de considerá-lo fora de seu contexto afetivo e social sem dúvida origina ao mesmo tempo a força da burguesia e a do pensamento científico.

O mundo dos cientistas, com sua lógica implacável, está bem distanciado da cultura popular. Estas disciplinas, matemática e ciências, são marcadas por uma perspectiva de domínio e de gestão racional do mundo. Elas aparecem facilmente como frias e, por isso, empurram o estudante de origem popular para fora de seu meio. Se, além disso, a união da teorização com as finalidades concretas não é bem clara, o mundo científico parece ao mundo popular como um universo com caráter desumano e tendo um grande déficit de sentido.

Ao aceitar estas análises, a didática das ciências deveria considerar diferenças de abordagens ligadas às diversas posições sociais e aos aspectos exteriores que se ligam a ele. Pedindo para abstrair (ou seja, para esquecer as particularidades de uma situação) não se pede a mesma ação cultural para a filha de um operário e a de um diretor de fábrica. Isto gera também uma controvérsia entre os professores de ciências. Há aqueles para quem o importante é ensinar as ciências, e ponto final. E há aqueles para quem a sua tarefa de educadores leva-os a falar com os alunos que vivem, quanto às ciências e às matemáticas, tensões sociais e afetivas.

Nesta pesquisa escolheu-se um tema e um produto de aplicabilidade prática e, ao mesmo tempo social, indicando assim uma intenção de trabalhar o ensino da Física e da Astronomia com os devidos cuidados e responsabilidade social, no que diz respeito à origem socioeconômica dos estudantes. Compreende-se a necessidade de “treinar” tecnicamente os cursistas para que possam enfrentar os desafios profissionais no mundo corporativo, sem, no entanto, descuidar da formação cidadã que permite aos mesmos terem uma percepção humana e solidária no mundo do trabalho.

## **6- Possibilidade de formar para competências bem mais amplas.**

Em mais um questionamento reflexivo sobre formação de competências, o autor de referência destaca que quando se está mais interessado pela alfabetização científica ou pela formação nos métodos do que pela acumulação de resultados, rapidamente se é levado a se interrogar sobre a maneira de formar para competências bem gerais, tais como: “saber construir uma representação clara (um modelo) de uma situação concreta; “saber quando

vale a pena aprofundar uma questão e quando é melhor se contentar com uma representação mais simples”; “saber avaliar o nível de rigor com o qual convém abordar uma situação precisa”; “saber testar a representação que se tem de uma situação, confrontando-a tanto à experiência quanto aos modelos teóricos”, etc. Uma polarização existe sobre estas competências, alguns as consideram como um objeto de ensino, outros não. A tese da “*não ensinabilidade*” destas competências gerais tem consequências sociais. Ela conduz praticamente a considerar que os estudantes devem adquirir estas competências sozinhos, ou a esperar que sejam formadas sobre estes pontos em família – posições profundamente elitistas. Desta forma, senão se ensina na escola como organizar o seu trabalho (ou como se utiliza um computador, ou como se consulta um especialista), os alunos que provêm de famílias em que isto é ensinado serão profundamente privilegiados.

Por optar em fazer uma oficina que enfatiza a participação coletiva e colaborativa e por ter como grupo de estudantes, filhos de trabalhadores, agricultores e pequenos comerciantes, demonstrou-se claramente que a nossa prática pedagógica neste trabalho visa facilitar uma aprendizagem com representação simples sem perder de vista as habilidades individuais de cada um.

## **7- O papel do teórico x O papel da experimentação.**

Outra reflexão trazida por Fourez refere-se ao fato de que se sabe historicamente, que a experiência desempenha um papel decisivo na descoberta científica. É ela, em última instância, que deve fazer aceitar ou rejeitar um modelo científico.

Contudo, esta valorização – legítima – da experiência pode mascarar o caráter abstrato, desvendador e teórico das ciências. O que o cientista pesquisa primeiro não é uma habilidade treinada, mas a construção teórica de simulações de fenômenos naturais. Trata-se de inventar representações das quais se espera que possam ocupar o lugar do real nas discussões. Quando se dispõe de representações “adequadas” (que podem ser equações, leis, modelos, descrições, mapas, plantas, teorias, etc) e se sabe utilizá-las, torna-se possível discutir a ciência partindo dessas representações. Neste caso, a experimentação vem depois apenas como comprovação.

A ação didática desta oficina não é uma ação experimentalista solta, mas sim uma intervenção didática usada como ferramenta de reforço para facilitar o processo de

aprendizagem de conteúdos que tem definições, conceitos e representações que são ensinadas teoricamente. Neste sentido, é através dessa experimentação acompanhada das aulas teóricas, que se têm uma melhor compreensão dos fenômenos associados, como demonstram os percentuais de acertos descritos na análise do questionário aplicado à turma antes (pré-teste) e depois (pós-teste) da oficina.

## **8- Lugar das tecnologias.**

Fourez é muito incisivo quando aborda esta questão. Para ele: hoje, quando se fala de objetivos e do sentido do ensino de ciências, geralmente se faz também referência às tecnologias. Contudo, em muitos sistemas de ensino de países industrializados não há praticamente nenhuma formação séria em tecnologias. O ensino de ciências limita-se às ciências naturais, aquelas cujos objetos são supostamente “naturais”. As ciências, diz-se então, estudam a “natureza” (mas evita-se seguidamente com cuidado precisar o que envolve esta palavra). É nesta perspectiva que os objetos das ciências são definidos eliminando tudo o que faz referência ao humano e às finalidades humanas: são as ciências naturais. Ora, o mundo dos alunos não é absolutamente este “mundo natural”. Eles vivem em uma tecno-natureza. O que a princípio faz sentido para eles, não é o mundo desencarnado dos cientistas, mas a natureza tal como ela existe no seio de um universo de finalidades. Isto a que são confrontados os alunos são situações em que tecnologias e natureza estão articuladas, em um universo de finalidades.

Como os cursos de ciências abordam este universo? A ideologia dominante dos professores é que as tecnologias são aplicações das ciências. Quando as tecnologias são assim apresentadas, é como se uma vez compreendidas as ciências, as tecnologias seguissem automaticamente. E isto apesar de que, na maior parte do tempo, a construção de uma tecnologia implica em considerações sociais, econômicas e culturais que vão muito além de uma aplicação só das ciências. A compreensão desta implicação do social na construção das tecnologias torna possível um estudo crítico destas, como o fazem os trabalhos de avaliação social das tecnologias. Em torno destas considerações se projeta um debate a realizar sobre o lugar a ser dado, no ensino secundário, a uma formação para a representação e gestão das tecnologias. Quando e como se ensina aos alunos a representar o mundo não “natural”, mas tecno-natural, aquele onde eles vivem concretamente?

Mas, como também mostrar-lhes a distância que há entre o objeto técnico descrito por uma disciplina científica e a tecnologia com toda a sua complexidade social, cultural, política e econômica. A ideia de que as ciências são disciplinas sem contato com a realidade convence numerosos grupos de aprendizes de escolher uma destas disciplinas e de prosseguir o estudo delas.

Ao abordar-se nesta dissertação a construção de um protótipo de um relógio antigo e rudimentar, num ambiente em que todos os estudantes lidam com tecnologias avançadas em seus celulares e tablets, temos que proceder com inteligência e habilidade no momento de buscar uma “ponte” entre o histórico/tradicional e o moderno/tecnológico. Por esse motivo na intervenção didática e nos questionários aplicados buscou-se uma ligação entre a ciência contida e embutida nos aparatos tecnológicos atuais e os conceitos contidos em nosso protótipo rudimentar.

### **9- O limite das abordagens e dos instrumentos.**

Fourez, em seu artigo, observa que alguns professores da área de ciências da natureza insistem para que os alunos só utilizem um instrumento para os objetivos em vista dos quais ele foi construído. Não há valorização de seu uso com outra finalidade ou em outro contexto, seguido a uma atitude inventiva que tenha aberto novas possibilidades. Estes professores não se dão conta de que os melhores técnicos são os que conseguem trabalhar adequadamente em quaisquer condições. Esses professores não aceitam que se adapte um modelo a outro contexto: eles acusam esta prática de transferência como sendo uma falta de rigor. A isto, outros replicam – sobre boas bases históricas – que a maior parte dos desenvolvimentos científicos foi provocada por tal transferência. Surge daí a controvérsia entre os professores que gostariam que os alunos aceitassem inteiramente as normas de rigor de cada disciplina e os que julgam mais importante ensiná-los a transferir modelos, métodos, conceitos e caminhos.

Em nossa prática, tanto cotidiana quanto na vivência deste trabalho, demonstramos claramente que transferir modelos e métodos, conceitos e caminhos têm ajudado ao processo de aprendizagem em função da dificuldade escolar e da realidade social. O próprio aparato construído como protótipo é um exemplo disso, na medida em que método e materiais foram adequados à realidade dos estudantes para facilitar a construção da aprendizagem.

## **10- Formação de professores de ciências.**

Um problema muito comum à formação docente e enfatizado e denunciado por Fourez: quanto à formação de professores de ciências da natureza, há consenso quanto à importância de um sólido conhecimento da disciplina. Há também um amplo acordo para a formação em didática. Por outro lado, as posições são divergentes quanto à utilidade de uma formação epistemológica em história das ciências e nas abordagens interdisciplinares diante das situações complexas provocadas pelos modelos científicos.

Apesar de concordar com a realidade da visão exposta, defende-se, juntamente com o teórico, uma prática mais incisiva no que diz respeito às ações reflexivas. Por isso que em na abordagem vivenciada com os estudantes enfatizou-se uma postura que seja a aplicação da interdisciplinaridade e da reflexão histórica e epistemológica, que se mostraram muito presentes na oficina e na intervenção didática, como se pode observar no produto e nos conteúdos abordados.

## **11- Adaptar-se ao pequeno mundo do aluno x abrir-lhe um mundo mais amplo.**

Nosso texto de referência também menciona o fato de que quando se defende a ideia de que os cursos de ciências da natureza devem tornar os estudantes capazes de compreender apenas o seu próprio mundo, comete-se um equívoco em deixá-los limitados à sua pequena sociedade. Seria necessário então para expandir a sua visão apresentar-lhes a todo o universo e à grande sociedade. É, de fato, difícil negar que os jovens se isolam no oásis de seu pequeno mundo, por medo de se confrontar com os conflitos de nossa sociedade. É necessário convidar/convencer os estudantes para entrar no universo das ciências, as quais resistem aos efeitos da ideologia dominante.

Esse foi um aspecto preocupante no ambiente escolar da instituição da pesquisa, devido aos perfis sociais e familiares do alunado. Por outro lado, tratou-se com jovens num mundo globalizado e conectado. A abordagem deste trabalho não aprofundou essa questão universal da grande sociedade. Mas, ao discutir conceitos básicos que historicamente foram usados por todos os povos do planeta para suas subsistências e que hoje a comunicação global “aproxima” nações em seus problemas e soluções, de certa forma também,



proporciona-se aos estudantes compreenderem as ciências como ferramenta de ajuda às questões de toda a humanidade.

## **12- Ensino das disciplinas científicas x abordagens interdisciplinares.**

Uma última reflexão de Fourez, se refere a dualidade Ensino das disciplinas científicas x abordagens interdisciplinares, onde discorre que: na prática, para se representar adequadamente uma situação cotidiana, é raro que baste uma só disciplina. A interdisciplinaridade não é o desdém das disciplinas e seus conteúdos específicos, mas, ao contrário, a utilização destas para esclarecer esta situação. Daí a questão seguidamente debatida: vai-se ensinar aos alunos como conduzir abordagens interdisciplinares, ou vai-se limitar a ensinar-lhes as disciplinas? Para os defensores da primeira opção, começar cedo as práticas interdisciplinares é fundamental para que os estudantes percebam como cada uma destas disciplinas encontra seu sentido, fornecendo uma abordagem parcial, mas rigorosa, das situações estudadas. Em contrapartida, os que pensam que é preciso se ater a uma abordagem disciplinar restrita destacam a importância que se deve ter a aquisição de bases sólidas em cada ciência antes de abordar problemas complexos.

Ora, é justamente nesse item que o presente trabalho se destaca: É na abordagem interdisciplinar, que **o uso de uma oficina de relógio de sol como ferramenta didática no ensino de astronomia** permite um entrelaçar de saberes e conteúdos históricos, técnicos e contextualizados. Neste sentido acredita-se que, mesmo pontualmente, contribuímos para o processo de aprendizagem desse pequeno grupo de jovens estudantes de uma região do Agreste do Nordeste brasileiro, no que diz respeito à forma e aos métodos utilizados nesta dissertação.

Por fim, Gerard Fourez, conclui seu artigo com “**Uma questão final:** não seria a hora da universidade e das escolas de ensino superior formarem professores de ciências para a análise das implicações sociais do ensino de suas disciplinas?”

Respondemos que sim. Mas, devolvemos a pergunta: COMO? Políticas públicas, lutas sociais, engajamento da coletividade e ações e trabalhos escolares e acadêmicos juntos podem ser uma forma de se começar a melhorar a formação de professores e a educação em geral.

## Capítulo 4

### METODOLOGIA

O processo de construção da oficina sobre Relógio de Sol deu-se com a colaboração de aproximadamente 31 estudantes do 4º e 5º período do curso de eletrotécnica na modalidade do ensino integrado, do Instituto Federal de Pernambuco (IFPE) – Campus Pesqueira, cidade do Agreste pernambucano. Esta intervenção ocorreu na sala A 13 no dia 23 de outubro de 2015 sob a supervisão do orientador deste trabalho, o professor Antonio Carlos Miranda. A escolha desta escola e do público alvo deveu-se ao fato deste autor ser professor efetivo desta instituição, e especificamente destas duas turmas, além de considerar a conveniência do céu da cidade.

Inicialmente, foi pedido aos estudantes que respondessem um questionário (pré-teste). O objetivo deste seria de sondar os seus conhecimentos prévios acerca do tema principal, o relógio de sol, e acerca de alguns conceitos básicos de astronomia. Esta atividade durou cerca de quinze minutos e o seu modelo encontra-se no anexo C deste trabalho. Os alunos ficaram um pouco tensos na hora de responder, pois alguns encararam como um momento de avaliação, entretanto tratamos de esclarecer que não passava de um teste de sondagem.



**Figura 4.1: Aplicação do teste de sondagem (pré-teste)**

Em seguida, lemos em voz alta para toda a turma algumas das respostas com o objetivo de abrir um debate acerca delas. Dessa forma íamos construindo e esclarecendo cada um dos conceitos abordados nas perguntas desta ferramenta de sondagem. Com o uso de slides e do quadro branco fomos apresentando paulatinamente as definições básicas e inerentes à astronomia e ao estudo e compreensão do relógio de sol, como os conceitos de latitude e longitude, pontos cardeais, polos geográficos e magnéticos, inclinação da Terra, eclíptica, solstício e equinócio dentre outros.



**Figura 4.2: Intervenção didática. Foto do autor.**

Uma vez esclarecidos estes conceitos fizemos uma fase de provocação entre os alunos de modo que eles refletissem um pouco sobre algumas consequências dos conceitos abordados acima como:

Por que existe horário de verão no Brasil?

De onde decorrem as estações do ano?

Por que o dia e a noite não têm necessariamente a mesma duração?

Por que existe o fuso-horário?

Por que ao meio-dia a sombra dos corpos nem sempre desaparecem?

Após construirmos em conjunto o saber de todos estes questionamentos, partimos para o reconhecimento destes saberes na prática, através da construção de um relógio de

sol, do tipo indígena. Para isso dividimos os estudantes em duplas e alguns trios, de modo a incentivar o método participativo da turma. Acreditando no bom resultado, em termos de aprendizado que a experimentação proporciona, expomos aos alunos a oportunidade de porem a “mão na massa”. A colaboração conjunta e o trabalho em equipe foram fatores preponderantes no sucesso da realização desta oficina.



**Figura 4.3: Etapa de confecção do relógio de sol. Foto do autor.**

Apesar de nesta atividade prática concentramos os esforços na metodologia de ação coletiva do grupo não foi deixado de lado em cada passo os conteúdos de geometria, trigonometria e da instrumentação necessária para as marcações das linhas de referência deste produto, visto que os conteúdos de Física e Astronomia associados ao aparato dependiam da precisão destes registros.

No passo-a-passo da produção do pequeno Relógio de Sol percebeu-se que os estudantes faziam comentários identificando na atividade uma proximidade com o seu contexto social, mostrando-se inclusive motivados e animados e expressando um sentimento de pertencimento com relação à ciência vivenciada por seus familiares na sua comunidade local. É de se destacar que alguns estudantes que possuem normalmente uma baixa produção e uma falta de interesse nas aulas tradicionais de Física, mostraram-se surpreendentemente proativos e desenvoltos chamando atenção até de seus pares, alcançando um rendimento de destaque na turma.

Na metodologia aplicada na oficina foram usados materiais de baixo custo que facilitassem a reprodução em outros momentos e em outros ambientes, reforçando que essa atividade experimental não é a atividade fim da pesquisa, e sim um facilitador de todo o processo construção do conhecimento dos conteúdos abordados.

O resultado da oficina constituiu-se na confecção de 15 protótipos de Relógio de Sol de papelão rígido adornado com pedras de aquário coloridas sobre as linhas de referência (N-S, L-O, solstícios e equinócio) e com o Gnômon de madeira. Estes protótipos ficaram de posse dos alunos que os levaram para casa.

No processo da oficina, a intervenção didática teve um papel importante, pois a partir das explicações, debates e esclarecimentos do professor é que os estudantes demonstraram segurança nas operações práticas, tais como demarcação das linhas de referência, dos ângulos envolvidos na figura (inclinação da Terra e latitude local) e da confecção do aparato propriamente dito.

É importante destacar também que alguns alunos, estimulados pela realização da oficina em sala de aula, se dispuseram a contribuir com a mostra anual de trabalhos científicos da instituição, chamado PLURI, ao construir um relógio de sol com diâmetro de 5m, o que corresponde a uma escala 17 vezes maior que o protótipo produzido em sala, construído num pátio externo da escola.

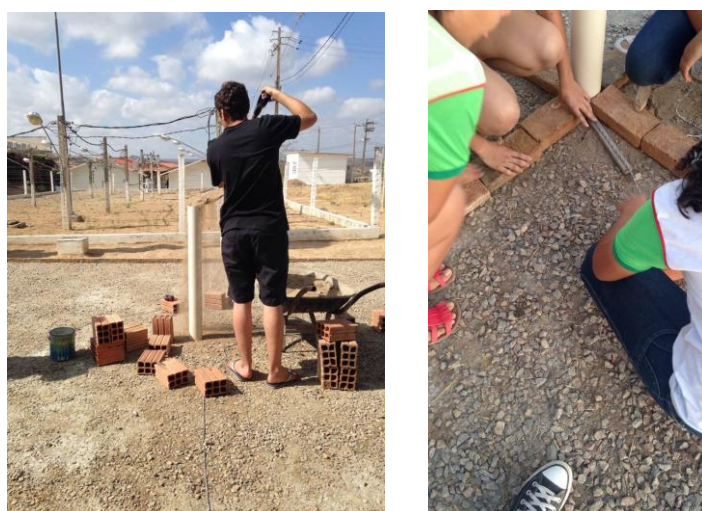
#### PASSO A PASSO DA CONSTRUÇÃO DO RELÓGIO DE SOL “GIGANTE”



**Figura 4.4: Preparação e nivelamento do solo. Foto do autor.**



**Figura 4.5: Localização e escavação do local do Gnômon. Foto do autor.**



**Figura 4.6: Fixação do Gnômon e demarcação das linhas de referência. Foto do autor**



**Figura 4.7: Demarcação do contorno do Relógio de Sol. Foto do autor**



**Figura 4.8: Confeção dos marcadores de horas. Foto do autor**



**Figura 4.9: Demarcação e fixação dos marcadores de horas. Foto do autor**



**Figura4.10: Demarcação e fixação dos marcadores de horas sobre a sombra do Gnômon. Foto do autor**



**Figura 4.11: Demarcação e fixação dos marcadores de horas sobre as linhas de direção dos pontos cardeais. Foto do autor**





**Figura 4.12: Fase final. Foto do autor**



**Figura 4.13: Fase final com destaque das linhas dos solstícios. Foto do autor**

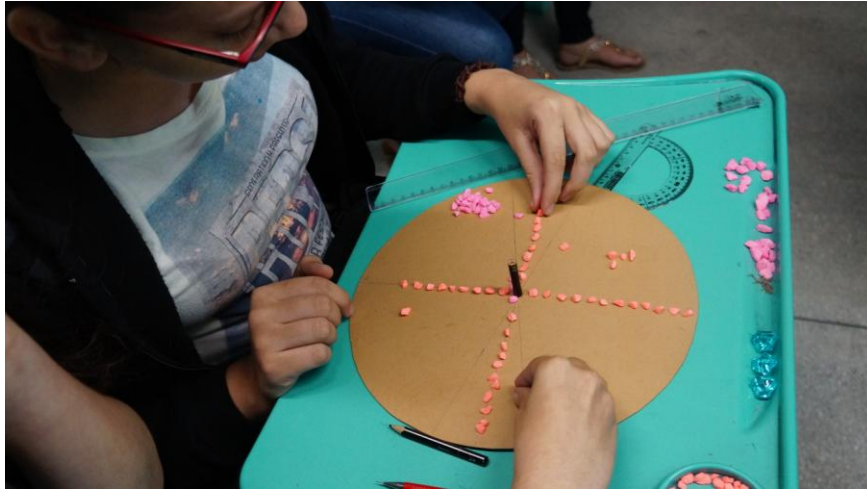
A confecção deste relógio gigante durou cerca de 4 dias, e a maior parte da orientação foi feita em tempo integral pelas redes sociais devido à distância geográfica entre o local em que foi confeccionado (Pesqueira) e a residência deste autor (Recife). Comprovando-se assim a utilidade e eficácia destes novos meios de comunicação, de modo a utilizarmos cada vez mais esta tecnologia em favor do desenvolvimento da pesquisa.

Fica como sugestão para o futuro, superpor à base do Observatório Indígena “gigante” as marcações das horas da Curva Analemática e, assim, compor duas visões do tempo e do espaço: uma história, tradicional e indígena e outra matemática e calculada a partir das coordenadas do local. Uma segunda sugestão seria adicionar como tecnologia atual, ao lado do Relógio, um TOTEM com um Relógio Digital sintonizado com a HORA LEGAL do relógio atômico do Observatório Nacional, ON/MCTI (horário oficial de Brasília).

Destaca-se que além da oficina e da intervenção didática em sala de aula, e da iniciativa dos próprios alunos de construírem o Relógio de Sol “gigante”, durante o PLURI, foi realizada uma segunda oficina ministrada durante este importante evento para compartilhar os saberes desta atividade com toda comunidade acadêmica (alunos, professores e técnicos administrativos da instituição), além do público externo inscrito no evento (pais, professores e alunos de outras escolas da região). Neste caso, também, foram confeccionados vários protótipos de relógio de sol à semelhança dos que foram produzidos com os alunos na intervenção didática, conforme ilustrado nas imagens a seguir.



**Figura 4.14: Confecção da base do relógio de sol – Oficina PLURI. Foto do autor**



**Figura 4.15: Confeccção das linhas de referência – Oficina PLURI. Foto do autor**



**Figura 4.16: Exposição do relógio de sol finalizado – Oficina PLURI. Foto do autor**



**Figura 4.17: Exposição dos protótipos produzidos – Oficina PLURI. Foto do autor**



**Figura 4.18: Encerramento da oficina com todos – Oficina PLURI. Foto do autor**



**Figura 4.19: Encerramento da oficina com todos junto ao relógio gigante – Oficina PLURI. Foto do autor**

## Capítulo 5

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a realização do pré-teste, da intervenção didática e do pós-teste (realizado depois da confecção dos protótipos e do relógio “gigante”) observou-se uma evolução no repertório de respostas e no número de adequações das conclusões por parte do grupo. Esta evolução pode ser observada nas tabelas a seguir que apresentam o percentual de respostas nas categorias “adequada” e “não-adequada”. Classificamos como adequadas as respostas que se aproximaram com maior clareza do conceito padrão mais aceito pela comunidade científica.

Observa-se na Tabela 5.1 que, com relação ao item *local do nascer do sol* o percentual de respostas adequadas evoluiu de 54% para 79%, demonstrando que tanto a intervenção didática quanto a oficina de construção contribuíram efetivamente para construção do conhecimento deste item.

1. Onde ocorre o nascer do sol em cada um dos 365 dias do ano?

	PRÉ - TESTE		PÓS - TESTE	
Categorias das Respostas	Frequência das Respostas	Porcentagem	Frequência das Respostas	Porcentagem
Adequada	21	54%	15	79%
Não - adequada	10	46%	4	21%

**Tabela 5.1** – Tabulação do percentual de respostas do item 1.

No que diz respeito ao item *tamanho da sombra de um poste* a tabela 5.2 mostra uma evolução de 58% para 74%, mostrando novamente a eficácia da intervenção didática e da oficina.

2. Você já observou como se comporta o tamanho da sombra de um poste ao longo do dia?  
Caso sim, descreva.

	PRÉ - TESTE		PÓS - TESTE	
Categorias das Respostas	Frequência das Respostas	Porcentagem	Frequência das Respostas	Porcentagem
Adequada	18	58%	14	74%
Não - adequada	13	42%	5	26%

**Tabela 5.2** – Tabulação do percentual de respostas do item 2.

Observando as respostas relativas à *trajetória do sol*, na Tabela 5.3 o percentual de acertos cresceu de 23% para 37%. Esta pergunta demonstrou que mesmo com a intervenção didática e a atividade experimental o crescimento não dirimiu totalmente as dúvidas com relação a este tópico, pois o percentual de adequado continuou menor que o não-adequado. Provavelmente, este conhecimento foi estudado pela primeira vez na vida escolar destes estudantes e trata-se de um conteúdo muito específico da área de astronomia (a definição de eclíptica), pouco ou quase nunca estudado no ensino fundamental e médio.

3. Para você a trajetória do sol do instante que nasce ao momento que se põe, vista por nós da Terra, é sempre a mesma? Explique.

Categorias das Respostas	PRÉ - TESTE		PÓS - TESTE	
	Frequência das Respostas	Porcentagem	Frequência das Respostas	Porcentagem
Adequada	7	23%	7	37%
Não - adequada	24	77%	12	63%

**Tabela 5.3** – Tabulação do percentual de respostas do item 3.

Novamente, o conteúdo sobre a eclíptica mostrou-se desconhecido do senso comum da turma, visto que mesmo com os esclarecimentos do professor durante a intervenção didática (que aumentou o percentual de acertos de 0% para 32%), este conhecimento ainda mostrou-se como o de maior dificuldade de assimilação, conforme dados da Tabela 5.4.

4a. Caso conheça, descreva com suas palavras o que vem a ser a eclíptica.

Categorias das Respostas	PRÉ - TESTE		PÓS - TESTE	
	Frequência das Respostas	Porcentagem	Frequência das Respostas	Porcentagem
Adequada	0	0%	6	32%
Não - adequada	31	100%	13	68%

**Tabela 5.4** – Tabulação do percentual de respostas do item 4a.

A Tabela abaixo mostra que o conhecimento sobre os pontos cardeais já fazia parte dos conhecimentos prévios dos estudantes e a intervenção didática e a oficina reforçaram este entendimento, aumentando o percentual de respostas adequadas de 61% para 84%.

4b. Caso conheça, descreva com suas palavras o que vem a ser os pontos cardeais.

Categorias das Respostas	PRÉ - TESTE		PÓS - TESTE	
	Frequência das Respostas	Porcentagem	Frequência das Respostas	Porcentagem
Adequada	19	61%	16	84%
Não - adequada	12	39%	3	16%

**Tabela 5.5** – Tabulação do percentual de respostas do item 4b.

Com relação ao conhecimento dos polos *magnéticos e geográficos* a Tabela 5.6 mostra que a maioria dos estudantes (58%) demonstrou conhecê-los bem. Contraditoriamente a tabulação das respostas do pós-teste apresenta uma diminuição do percentual de acerto mesmo depois da intervenção didática da construção dos protótipos e do relógio “gigante”. Provavelmente estas respostas ao pós-teste foram prejudicadas devido ao fato de neste dia os estudantes demonstrarem pressa e impaciência em responder esta última pergunta, devido a um compromisso escolar no horário seguinte ao pós-teste. Esta hipótese é reforçada pelo fato de 10 alunos entregarem o questionário com esta resposta em branco.



4c. Caso conheça, descreva com suas palavras o que vem a ser os polos magnéticos e geográficos.

Categorias das Respostas	PRÉ - TESTE		PÓS - TESTE	
	Frequência das Respostas	Porcentagem	Frequência das Respostas	Porcentagem
Adequada	18	58%	8	42%
Não - adequada	13	42%	11	58%

**Tabela 5.6** – Tabulação do percentual de respostas do item 4c.

## Capítulo 6

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Documentos oficiais como os PCN's e a LDB têm destacado o papel preponderante da experimentação como importante instrumento de ensino complementar às aulas teóricas. Neste sentido, acredita-se que as atividades descritas nesta dissertação irão contribuir com o processo da construção do conhecimento nas áreas de Física e Astronomia.

De acordo com os resultados tabulados a partir dos questionários, verificou-se que a oficina de construção de relógio de sol proporcionou aos estudantes um ganho na habilidade de identificar a trajetória do sol na eclíptica, o movimento planetário em torno do sol, as datas e estações do ano e demais efemérides. Espera-se também uma melhor compreensão do conteúdo matemático associado à esfericidade tais como: coordenadas esféricas, curvas analemáticas e dados de localização como latitude, longitude, declinação e ascensão reta.

A aplicação do questionário, tanto no pré-teste quanto no pós-teste, também comprovou o importante papel da realização da oficina como intervenção didática permitindo que os conhecimentos prévios desses estudantes com respeito ao relógio de sol e de alguns conceitos básicos de astronomia evoluíssem a partir das dúvidas sanadas durante a referida oficina.

Destaca-se a importância do processo de construção da oficina de Relógio de Sol devido à colaboração dos alunos do ensino médio na sala de aula que enfatizaram que a vivência de uma atividade experimental foi gratificante e diferenciada em relação às aulas tradicionais.

Finalmente, ressalta-se o valor pedagógico do ensino da astronomia para os alunos do ensino fundamental e médio, por se tratar de um conteúdo baseado em elementos sensoriais e abstratos, e também por fazer alusão a elementos da nossa natureza e história, promovendo autoestima e valorização dos saberes antigos, valorizando abordagens práticas que resgatem o saber a partir da observação.

## Apêndice A

### PRODUTO DA DISSERTAÇÃO - CARTILHA

#### Oficina de Construção de um Relógio de Sol

##### *Objetivo*

O objetivo desta oficina é proporcionar aos estudantes a oportunidade de construir um relógio de sol, do tipo indígena, que os ajudem a compreender melhor alguns fenômenos e conceitos astronômicos como, as leis do movimento planetário, a localização de pontos na Terra e na esfera celeste, e algumas efemérides como solstício, equinócio e as estações do ano, além de permitir uma melhor compreensão dos aspectos históricos na evolução da datação.

##### *Material a ser utilizado:*

- Papelão, de dimensões mínimas de 30 x 30 cm
- Pedrinhas de aquário ou similar de cores variadas
- Haste de madeira para funcionar como Gnômon
- Cola branca
- Régua de 40 cm
- Transferidor
- Compasso
- Tesoura
- Lápis
- Bússola
- Lanterna com pequeno diâmetro

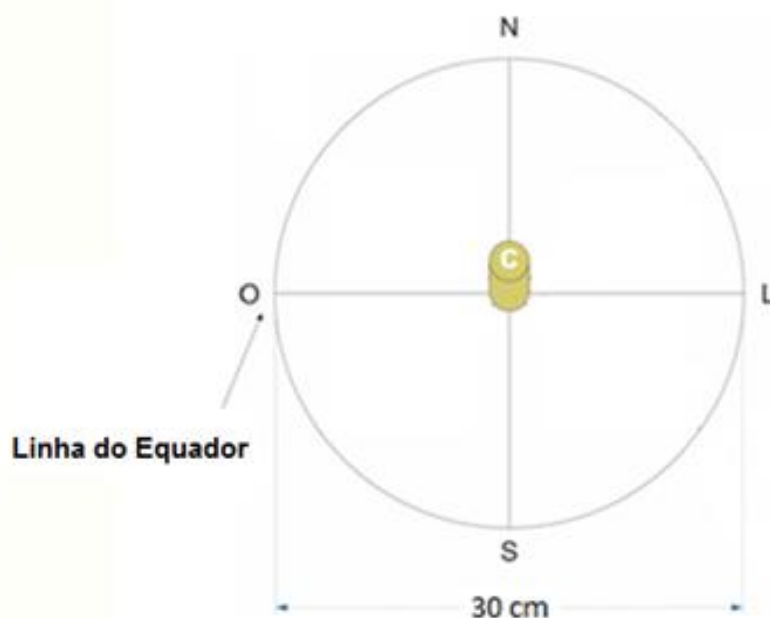
## Metodologia

1- Desenhar com a ajuda de um compasso uma circunferência de 30 cm de diâmetro no papelão, recortando-a em seguida para a formação de um círculo, que servirá como base do relógio de sol;

2- Colar no centro deste círculo uma haste vertical de madeira (Gnômon) com 5 cm de altura (a exemplo de um pedaço de palito de churrasco);

3- Marcar os Pontos Cardeais (N, S, L e O), conforme a Figura A1;

4- Marcar a Linha L-O (Leste-Oeste) como linha de referência, preferencialmente na direção horizontal. Tomar o Ponto L (Ponto Leste) como “ponto de partida” para as novas marcações. A linha L-O marcará a Linha do Equinócio (LE);



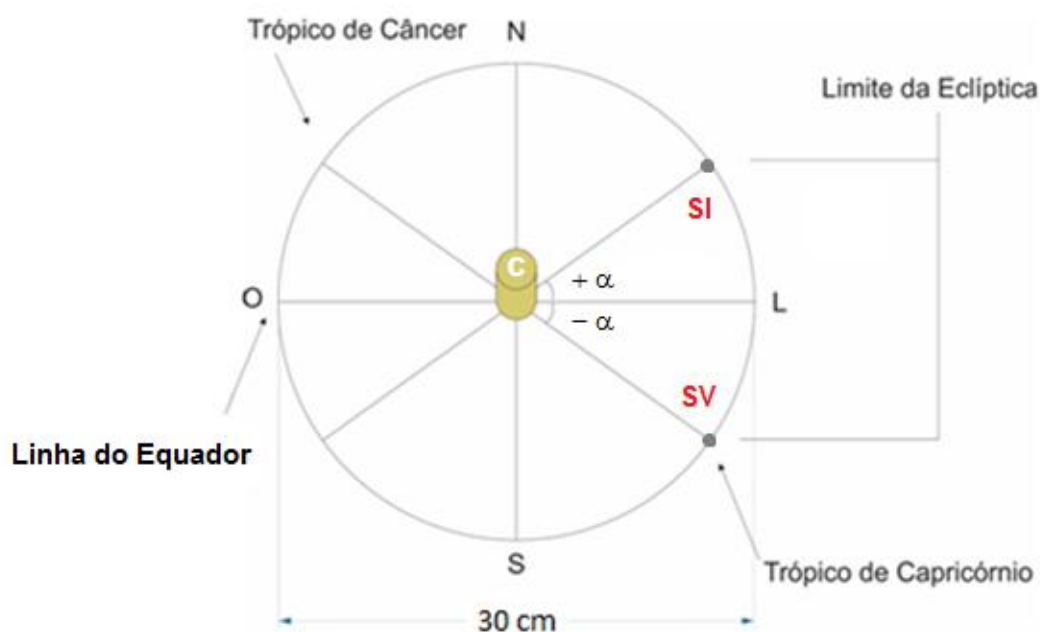
**Figura A1: Diagrama construtivo dos pontos de referência. Figura do autor**

5- A partir do Ponto L marcar dois novos pontos: o Ponto SI (Solstício de Inverno), formando um ângulo,  $+\alpha$ , a partir do Ponto L no sentido anti-horário, e o ponto SV (Solstício de Verão), formando um ângulo  $-\alpha$ , a partir do Ponto L no sentido anti-horário, conforme a Figura A2. **Alfa = IT + Lat**, onde IT é a inclinação da Terra e Lat é a latitude local. No caso deste trabalho a cidade de Pesqueira – PE, cuja Lat. =  $-8,36^\circ$  (note que a

latitude foi negativa) Sabendo que  $IT = 23,50^\circ$ , logo, temos que Alfa,  $\alpha = 23,5^\circ - 8,36^\circ = 15,14^\circ$ . Adotamos neste experimento  $\alpha = 15^\circ$ .

6- Traçar dois diâmetros: um passando por SI e o centro C do círculo e outro passando por SV e C. Estes dois diâmetros delimitarão a região da eclíptica.

7- Colocar nos “pontos chaves” (Pontos Cardeais N, S, L e O), SI e SV (e seus pontos diametralmente opostos) pedras de marcação como referência desses pontos.



**Figura A2: Diagrama construtivo das linhas de referência. Figura do autor**

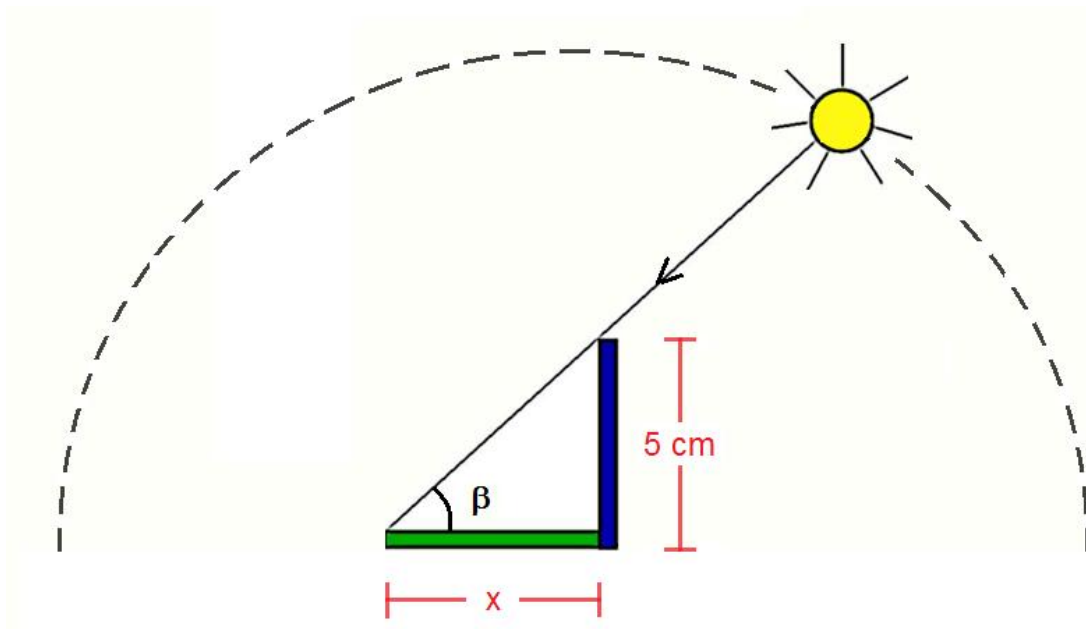
*Como marcar as horas?*

8- Primeiro, para a Linha do Equinócio: dividir cada raio (O-C e L-C) em 06 (seis) intervalos o que corresponde a 07 (sete) pontos. Ponto O = 6h e ponto C = 12h. Entre eles 05 (cinco) pontos: 7h, 8h, 9h, 10h e 11h. Da mesma forma, entre os pontos C e L: C = 12h e L = 18h. Entre eles 05 (cinco) pontos: 13h, 14h, 15h, 16h e 17h. Colocar uma pedra em cada um desses pontos (pedras menores que aquelas dos chamados “pontos chaves”), conforme a Figura A3.



**Figura A3: Fixação dos pontos de marcação das horas – Fotos do autor**

Mas, quais as distâncias entre esses pontos? Elas serão iguais? Trata-se de posições descritas por uma Função do Tempo em um ANALEMA<sup>2</sup> (Curva Analemática). É um pouco complexo! Há, porém, uma alternativa, uma APROXIMAÇÃO. Chamaremos de Beta,  $\beta$ , o ângulo formado entre a linha imaginária do raio solar, que toca a ponta do Gnômon e cada um dos pontos citados, e o plano do relógio, conforme a Figura A3. Como o sol gira em média  $15^\circ$  a cada 1h, podemos utilizar o a tangente de Beta,  $\text{tg } \beta = \text{cateto oposto/cateto adjacente}$ , e assim determinar a posição de cada ponto, preenchendo a Tabela A1 abaixo.



**Figura A4: Esquema de determinação da posição de cada hora. Figura do autor**

<sup>2</sup> Analema: escala graduada, com forma de oito, que mostra a declinação do Sol e a equação do tempo para uma determinada hora do dia durante o ano todo.

Hora	Ângulo $\beta$	$\text{tg } \beta$	Posição x em relação a “C”.
6h ou 18h			
7h ou 17h			
8h ou 16h			
9h ou 15h			
10h ou 14h			
11h ou 13h			
12h			

**Tabela A1: Dados para determinação da posição de cada hora**

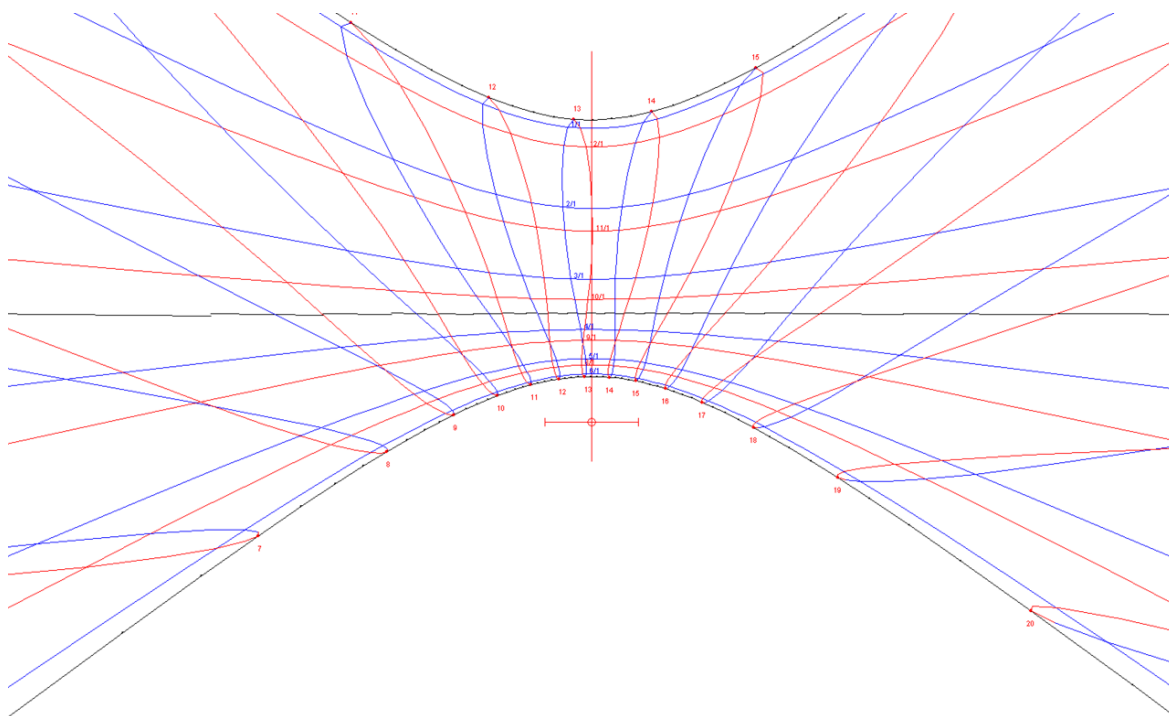
9- Toda essa marcação deve ser repetida para as linhas dos Solstícios (Inverno e Verão), entretanto neste caso basta utilizar-se do compasso para realizar as marcações haja vista as marcações da linha do equinócio.

10- Para concluir, o retoque final ... “ a maquiagem” do Relógio deve ser feita. O visual, estética e apresentação contam muito para a qualidade do trabalho. É só usar a criatividade.



**Figura A5: Protótipos do relógio de sol – Foto do autor**

11- Para o futuro: Superpor à base do Observatório Indígena as marcações das horas da Curva Analemática<sup>3</sup> e, assim, compor duas visões do tempo e do espaço: uma história, tradicional e indígena e outra matemática e calculada a partir das coordenadas do local.



**Figura A6 – Curva Analemática. Fonte: [Wikiwand 2016]**

**APOIO:**



<sup>3</sup> Curva Analemática: É o conjunto de Analemas. Figura com capacidade de determinar a hora do dia, com relativa precisão, de acordo com a projeção de sombra gerada pelo sol.



## Apêndice B

### PRODUTO DA DISSERTAÇÃO - SLIDES

#### Oficina de Construção de um Relógio de Sol

**PRODUTO DA DISSERTAÇÃO**

**OFICINA DE CONSTRUÇÃO DE UM RELÓGIO DE SOL**

Mestrando: *Rhafeael Roger Pereira*  
Orientador: *Antonio Carlos S. Miranda*

SLIDE 1

**RELÓGIO DE SOL INDÍGENA**

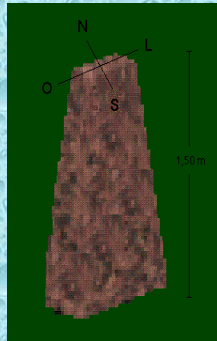
**O SOL NAS NOSSAS VIDAS**

ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DO SOL	
Massa	$M = 1.989 \times 10^{30} \text{ kg}$
Raio	$R = 695\,500 \text{ km} = 109 R_{\text{Terra}}$
Densidade média	$\rho = 1409 \text{ kg/m}^3$
Distância	1 UA = 149 600 000 km
Luminosidade	$L = 3.9 \times 10^{26} \text{ watts} = 3.9 \times 10^{33} \text{ ergs/s}$
Temperatura efetiva	$T_{\text{ef}} = 5785 \text{ K}$
Temperatura central	$T_c = 15\,000\,000 \text{ K}$
Composição química principal (Nº)	Hidrogênio = 91,2 %
	Hélio = 8,79 %
	Oxigênio = 0,078 %
	Carbono = 0,043 %
Período rotacional no equador	25,67 d
na latitude 75°	33,40 d

- O Sol, nossa fonte de luz e de vida, é a estrela mais próxima de nós e a que melhor conhecemos. Basicamente, é uma enorme esfera de gás incandescente, em cujo núcleo acontece a geração de energia através de reações termo-nucleares. ([astro.if.ufrgs.br/esol/esol.htm](http://astro.if.ufrgs.br/esol/esol.htm))

SLIDE 2

## HISTÓRICO DO RELÓGIO SOLAR



- Os índios brasileiros determinavam o meio-dia solar, os pontos cardeais e as estações do ano utilizando o relógio solar que na língua tupi, por exemplo, se chamava *Cuaracyrangaba*. Em geral, as hastes desses relógios indígenas eram construídas de um bloco de rocha bruta, pouco trabalhado artificialmente, de forma e altura variáveis, disposto verticalmente no solo. Quando se encontra isolado, esse bloco é mais conhecido como monólito. (<http://www.casadaciencia.ufrj.br/cienciaparaPoetas/Astronomia/Tuparetama/arqueoAstronomia/arquivos/1sol.html>)

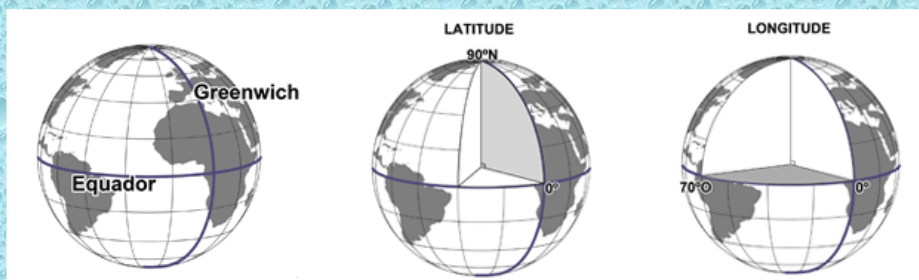
SLIDE 3

## A TERRA E AS SUAS COORDENADAS

- **Latitude** é a distância ao Equador medida ao longo do meridiano de Greenwich. Esta distância mede-se em graus, podendo variar entre 0° e 90° para Norte (N) ou para Sul (S).



- **Longitude** é a distância ao meridiano de Greenwich medida ao longo do Equador. Esta distância mede-se em graus, podendo variar entre 0° e 180° para Leste(E) ou para Oeste(W).



([http://coral.ufsm.br/cartografia/index.php?option=com\\_content&view=article&id=43&Itemid=39](http://coral.ufsm.br/cartografia/index.php?option=com_content&view=article&id=43&Itemid=39))

SLIDE 4

## A TERRA E OS SEUS MOVIMENTOS

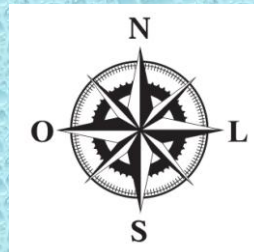


- Rotação é o movimento que a Terra executa em torno de si mesma ou do seu eixo imaginário. A Terra leva 23 horas, 56 minutos e 4 segundos para completar uma volta em torno si mesma. A maior consequência deste movimento é a sucessão dos dias e das noites.
  - Translação é o deslocamento da Terra ao redor do Sol (órbita). A execução do movimento é caracterizada por uma elipse (forma ligeiramente oval). Por isso, que a distância entre a Terra e o Sol varia de acordo com a época do ano. Uma volta completa dura 365 dias e 6 horas. O plano da órbita de translação da Terra não coincide com o plano do seu equador.
- (<https://esquadraodoconhecimento.wordpress.com/cienciashumanas/geografiaregionalizacao-mundial/os-movimentos-da-terra-rotacao-e-translacao>)

SLIDE 5

## PONTOS CARDEAIS

- São pontos cujo significado é pontos principais ou pontos de referência. Através deles é possível localizar qualquer lugar sobre a superfície da Terra, são eles: o Norte e o Sul que apontam na direção dos pólos terrestre; o Leste e o Oeste que apontam para o lado do nascer e do por do Sol, cruzando a linha Norte-Sul, como mostra a figura



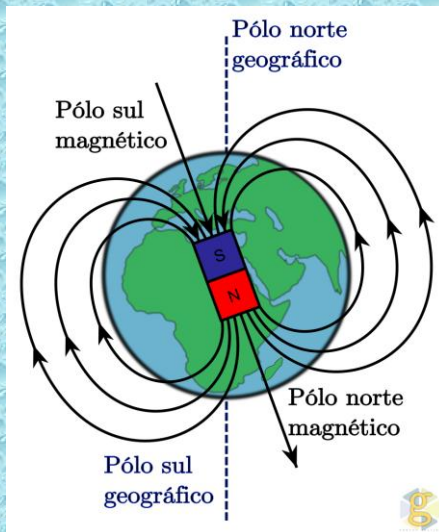
- A bússola nada mais é que um instrumento empregado para orientação através do campo magnético terrestre. Outro nome aplicado a esse mostrador é o de: ROSA DOS VENTOS. Esse nome tem origem nos navegantes do Mar Mediterrâneo em associação aos ventos que impulsionavam suas embarcações.

([www.cdcc.sc.usp.br/cda/ensino-fundamental-astronomia/parte1a.html](http://www.cdcc.sc.usp.br/cda/ensino-fundamental-astronomia/parte1a.html))

SLIDE 6



## PÓLOS MAGNÉTICOS E GEOGRÁFICOS



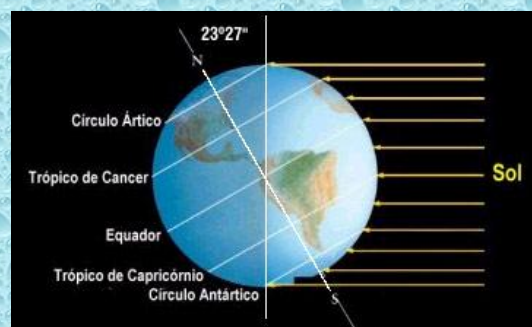
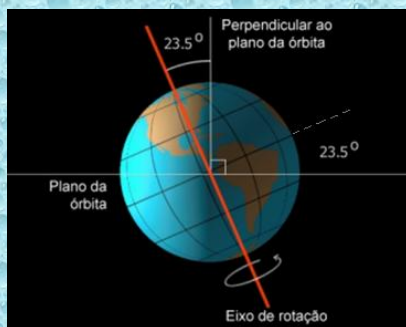
• O campo magnético da Terra não aponta exatamente na direção dos pólos geográficos, daí surge a necessidade de se fazer distinção entre pólos geográficos e magnéticos. O norte geográfico resulta do movimento de rotação da Terra, enquanto o norte magnético é o resultado do campo magnético gerado pelo movimento do metal fundido do núcleo externo em torno do núcleo metálico sólido da Terra. Os dois nortes, portanto, expressam fenômenos geofísicos diferentes. O ângulo entre o norte magnético e o geográfico reflete a declinação magnética do lugar e varia geralmente de 20 a 30 graus.

(<http://revistapesquisa.fapesp.br/2012/07/16/o-que-e-o-que-e-8/>)

SLIDE 7



## INCLINAÇÃO DA TERRA



O eixo de rotação da Terra está inclinado  $23,5^\circ$  em relação à perpendicular ao plano da órbita de translação da Terra ao redor do sol e aponta para uma direção fixa no céu. Isso significa que o plano do equador terrestre também está inclinado desse mesmo ângulo em relação ao plano desta órbita.

([http://www.labhidro.iag.usp.br/site\\_iag/?page\\_id=584](http://www.labhidro.iag.usp.br/site_iag/?page_id=584))

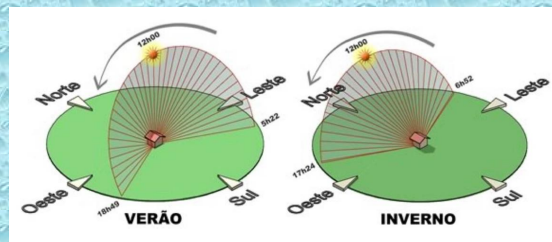
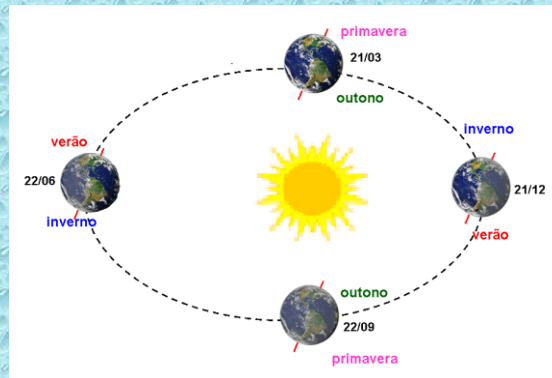
SLIDE 8



## ESTAÇÕES DO ANO

As estações são causadas pela inclinação do eixo de rotação da Terra. Esta inclinação faz com que a orientação da Terra em relação ao Sol mude continuamente enquanto a Terra gira em torno do Sol. O Hemisfério Sul se inclina para longe do Sol durante o nosso inverno e em direção ao Sol durante o nosso verão. Isto significa que a altura do Sol, o ângulo de elevação do Sol acima do horizonte, para uma dada hora do dia (por exemplo, meio dia) varia no decorrer do ano.

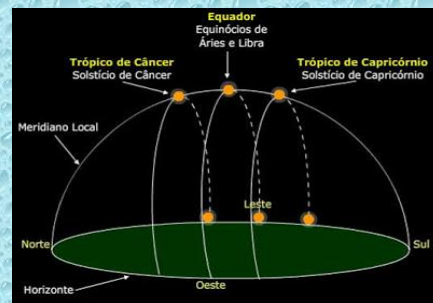
(<http://fisica.ufpr.br/grimm/apo-smeteo/cap2/cap2-1.html>)



SLIDE 9



## SOLSTÍCIOS E EQUINÓCIOS



• **Equinócios** são os períodos do ano em que a Terra é iluminada igualmente nos dois hemisférios. Nesse momento, os dias e as noites possuem a mesma duração.

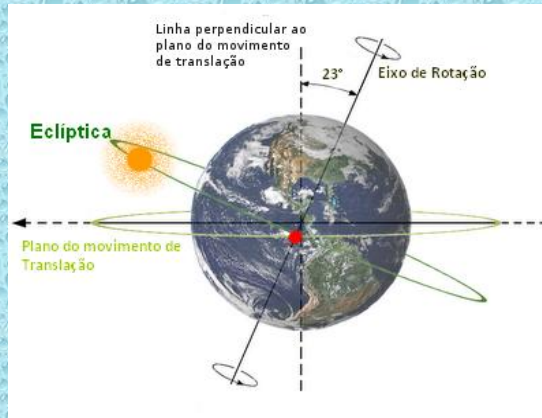
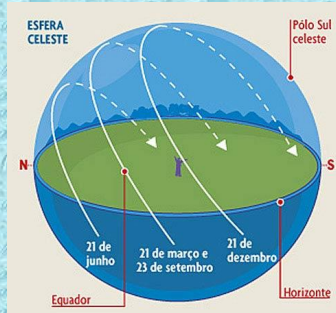
• **Solstícios** são os períodos em que a Terra é iluminada de maneira desigual nos hemisférios devido ao eixo de inclinação da terra. No **solstício de inverno** os dias menores do que as noites, já nos **solstícios de verão** as noites são menores do que os dias.

(<http://escolakids.uol.com.br/solsticios-e-equinocios.htm>)

SLIDE 10



## ECLÍPTICA

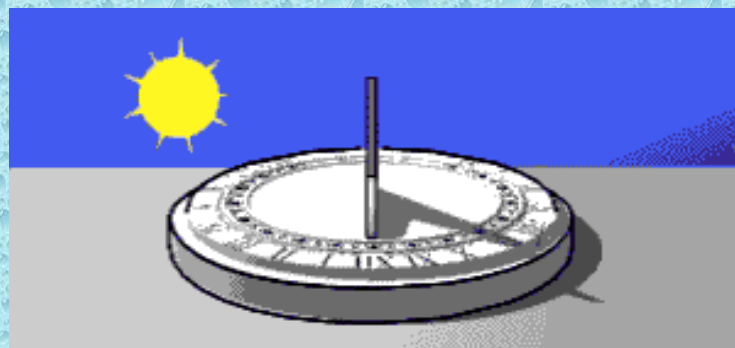


- Devido ao movimento de translação da Terra em torno do Sol, este aparentemente se move entre as estrelas, ao longo do ano, descrevendo uma trajetória na esfera celeste chamada **Eclíptica**. A eclíptica é a projeção sobre a esfera celeste da trajetória aparente do Sol observada a partir da Terra. A razão do nome provém do fato de que os eclipses somente são possíveis quando a Lua está muito próxima do plano que contém a eclíptica. A Eclíptica é um círculo máximo que tem um inclinação de  $23,5^\circ$  em relação ao Equador Celeste. (<http://astro.if.ufrgs.br/tempo/mas.htm>)

SLIDE 11



## ANIMAÇÃO - MOVIMENTO DA SOMBRA



<http://rangelrobson2.blogspot.com.br/2010/04/exercicios-envolvendo-razoes.html>

SLIDE 12

## Apêndice C

### PRÉ/PÓS -TESTE

#### QUESTIONÁRIO – RELÓGIO DE SOL

- 1) Onde ocorre o nascer do sol em cada um dos 365 dias do ano?
  
- 2) Você já observou como se comporta o tamanho da sombra de um poste ao longo do dia? Caso sim, descreva.
  
- 3) Para você a trajetória do sol do instante que nasce ao momento que se põe, vista por nós da Terra, é sempre a mesma? Explique.
  
- 4) Caso conheça, descreva com suas palavras o que vem a ser:
  - a) eclíptica
  
  - b) pontos cardeais
  
  - c) pólo magnético e geográfico

## Referências

AFONSO, Afonso, G.B., Barros, O., Chaves, A. e Rodi, M.R. (Coord.). *O Céu dos Índios Tembé*. Universidade do Estado do Pará, 1999. Prêmio Jabuti, 2000.

\_\_\_\_\_, Afonso, G. B., *Astronomia Indígena*, Anais da 61ª Reunião Anual da SBPC - Manaus, AM - Julho/2009.

\_\_\_\_\_, Afonso, G. B., *Determinação dos Pontos Cardeais com o Gnômon*. Astronomy Brasil, v. 2, p. 76-77, 2007.

BRASIL, Câmara da Educação Básica do Conselho Nacional da Educação: *Resolução n.03/98* - As Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação.

BRASIL, Ministério da Educação: MEC, LDB – *Lei de Diretrizes da Educação Nacional*. Lei n. 9.394 de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnologia. *Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental – ciências naturais*. MEC/SEMTEC, Brasília, 1998.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnologia. *PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. MEC/SEMTEC, Brasília, 2002.

CARVALHO, Carvalho, Edilson Alves de. *Leituras cartográficas e interpretações estatísticas I: geografia* / Edilson Alves de Carvalho, Paulo César de Araújo. – Natal, RN: EDUFRN, c2008.

FARIA, R. Z. Faria e M. R. Voelzke. Análise das características da aprendizagem de astronomia no ensino médio nos municípios de Rio Grande da Serra, Ribeirão Pires e Mauá. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 30, n. 4, 4402, 2008.

FOUREZ, G., *Crise no Ensino de Ciências? Investigações em Ensino de Ciências – V8 (2)*, p. 109-123, 2003.

PIMENTA, Pimenta, C.G., *Saberes Pedagógicos e Atividade Docente*. Cortez, São Paulo, 2002, 3a ed., p. 15-34.



## Sites acessados

[Arquitetura 2016] *A&C Arquitetura: Horário Posicionamento da edificação com relação ao sol*. Disponível em <http://aec.arq.br/48-2/>. Acesso em julho de 2016.

[Astro 2016] *Astronomia e Astrofísica: Constelações do Zodíaco*. Disponível em <http://www.uranometrianova.pro.br/astrologia/AA001/zodiaco.htm>. Acesso em julho de 2016.

[Ebah 2016] *Ebah: Climatologia e Meteorologia*. Disponível em <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABPk8AK/apostilar-climatologia-meteorologia?part=3>. Acesso em julho de 2016.

[Esc.-Solstício 2016] *Escola kids: Solstícios e Equinócio*. Disponível em <http://escolakids.uol.com.br/solsticios-e-equinocios.htm>. Acesso em julho de 2016.

[Esq-Rot 2016] *Esquadrão do Conhecimento: Rotação e Translação*. Disponível em <https://esquadraodoconhecimento.wordpress.com/cienciashumanas/geografiaregionalizacao-mundial/os-movimentos-da-terra-rotacao-e-translacao>. Acesso em julho de 2016.

[FAPES-Polos 2016] *FAPESP: Polos Geográficos e Magnéticos*. Disponível em <http://revistapesquisa.fapesp.br/2012/07/16/o-que-e-o-que-e-8/>. Acesso em julho de 2016.

[Galileo 2016] *Portal Galileo: Campo Magnético da Terra*. Disponível em <http://galileo.netii.net/fisica/img-f/campo-magnetico-da-terra/>. Acesso em julho de 2016.

[Geobau 2016] *GEOBAU: Orientações, Fusos Horários, Solstícios, Equinócios e Coordenadas Geográficas*. Disponível em <http://marcosbau.com.br/geogeral/fusos-horarios-solsticios-equinocios-e-coordenadas-geograficas/>. Acesso em julho de 2016.

[Globo 2016] *O Globo: Horário de verão começa à 0h do próximo domingo*. Disponível em <http://oglobo.globo.com/brasil/horario-de-verao-comeca-0h-do-proximo-domingo-14244485>. Acesso em julho de 2016.

[GOOGLE 2016] *Imagens Googles*. Disponível em <https://www.google.com.br/url?> Acesso em julho de 2016.

- [Illuminate 2016] *A Mídia Illuminati: Solstícios e Equinócios*. Disponível em <http://midiailluminati.blogspot.com.br/>. Acesso em julho de 2016.
- [Mundo 2016] *Mundo Educação: Leis do Movimento Planetário*. Disponível em <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/leis-movimento-planetario.htm>. Acesso em julho de 2016.
- [Nova-Escola 2016] *Nova Escola Clube: Rotação e Translação*. Disponível em <http://rede.novaescolaclube.org.br/planos-de-aula/rotacao-e-translacao>. Acesso em julho de 2016.
- [Pro-qua-az 2016] *Projeto Quartzo Azul: A inclinação da Terra em seu eixo continua a mesma?* Disponível em <http://projetoquartzoazul.blogspot.com.br/2012/04/inclinacao-da-terra-em-seu-eixo.html/>. Acesso em julho de 2016.
- [Sky 2016] *Sky and Telescope: O que é o vento solar?* Disponível em <http://www.skyandtelescope.com/astronomy-resources/solar-wind/>. Acesso em julho de 2016.
- [Taringa 2016] *Taringa: Como funciona um GPS?* Disponível em <http://www.taringa.net/posts/info/1678650/Como-Funciona-Un-Gps.html>. Acesso em julho de 2016.
- [UFPR-Est. 2016] *UFPR: Estações do Ano*. Disponível em <http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap2/cap2-1.html>. Acesso em julho de 2016.
- [UFRJ-Rel 2016] *UFRJ: Relógio Solar*. Disponível em <http://www.casadaciencia.ufrj.br/cienciapara poetas/Astronomia/Tuparetama/arqueoastronomia/arquivos/1sol.html>. Acesso em julho de 2016.
- [UFRS-Kepler 2016] *UFRS: Leis de Kepler*. Disponível em <http://astro.if.ufrgs.br/Orbit/orbits.htm>. Acesso em julho de 2016.
- [UFRS-Sol 2016] *UFRS: O Sol nas nossas vidas*. Disponível em <http://astro.if.ufrgs.br/esol/esol.htm>. Acesso em julho de 2016.

[UFRS-Sol/Equi 2016] *UFRS: Solstícios e Equinócio*. Disponível em <http://astro.if.ufrgs.br/tempo/mas.htm>. Acesso em julho de 2016.

[UFSM-Lat 2016] *UFSM: Latitude e Longitude*. Disponível em [http://coral.ufsm.br/cartografia/index.php?option=com\\_content&view=article&id=43&Itemid=39](http://coral.ufsm.br/cartografia/index.php?option=com_content&view=article&id=43&Itemid=39). Acesso em julho de 2016.

[USP-Geo 2016] *USP: Coordenadas Geográficas*. Disponível em [http://www.labhidro.iag.usp.br/site\\_iag/?page\\_id=584](http://www.labhidro.iag.usp.br/site_iag/?page_id=584). Acesso em julho de 2016.

[USP-Pontos 2016] *USP: Pontos Cardeais*. Disponível em <http://www.cdcc.sc.usp.br/cda/ensino-fundamental-astronomia/parte1a.html>. Acesso em julho de 2016.

[Wiki-Verão 2016] *Wikipédia: Horário de Verão*. Disponível em [https://pt.wikipedia.org/wiki/Hor%C3%A1rio\\_de\\_ver%C3%A3o](https://pt.wikipedia.org/wiki/Hor%C3%A1rio_de_ver%C3%A3o). Acesso em julho de 2016.

[Wikiwand 2016] *Wikiwand: Relógio de Sol*. Disponível em [http://www.wikiwand.com/pt/Rel%C3%B3gio\\_de\\_sol/](http://www.wikiwand.com/pt/Rel%C3%B3gio_de_sol/). Acesso em julho de 2016.