

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

PPG 
ensino de física

Jeremias Borges da Silva
André Maurício Brinatti
André Vitor Chaves de Andrade
Sílvio Luiz Rutz da Silva
(organizadores)

**ANA CAROLINE PSCHIEDT
MARCELO EMÍLIO**



Estudando Astronomia, Aprendendo Física: Atividades Práticas de Observação

SÉRIE
Produtos Educacionais em Ensino de Física

UEPG - PROEX

SÉRIE
Produtos Educacionais em Ensino de Física

Volume 4

ANA CAROLINE PSCHIEDT

MARCELO EMÍLIO

Estudando Astronomia, Aprendendo Física: Atividades Práticas de Observação do Sol

Jeremias Borges da Silva
André Maurício Brinatti
André Vitor Chaves de Andrade
Silvio Luiz Rutz Da Silva
(ORGANIZADORES)

UEPG – PROEX
1a. Edição
Ponta Grossa – PR
2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

Prof. Dr. Carlos Luciano Sant'Ana Vargas
REITOR

Profa. Dra. Gisele Alves de Sá Quimelli
VICE-REITOR

Profa. Dra. Marilisa Do Rocio Oliveira
PRÓ-REITOR DE EXTENSÃO E ASSUNTOS CULTURAIS

Profa. Dra. Osnara Maria Mongruel Gomes
PRÓ-REITOR DE PESQUISA E PÓSGRADUAÇÃO

PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MNPEF - POLO 35 – UEPG
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Colegiado

Prof. Dr. Jeremias Borges Da Silva (Coordenador)

Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz Da Silva (*Vice-Coordenador*)

Prof. Dr. André Maurício Brinatti

Prof. Dr. Luiz Antônio Bastos Bernardes

Prof. Dr. Paulo César Facin

Aluno (Rep. Discente)

Suplentes

Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade

Prof. Dr. Júlio Flemming Neto

SÉRIE:

PRODUTOS EDUCACIONAIS EM ENSINO DE FÍSICA

CONSELHO EDITORIAL DA SÉRIE

Prof. Dr. Alexandre Camilo Junior (UEPG)

Prof. Dr. André Maurício Brinatti (UEPG)

Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade (UEPG)

Prof. Dr. Antonio Sérgio Magalhães de Castro (UEPG)

Prof. Dr. Gelson Biscaia de Souza (UEPG)

Prof. Dr. Jeremias Borges Da Silva (UEPG)

Prof. Dr. Júlio Flemming Neto (UEPG)

Prof. Dr. Luiz Américo Alves Pereira (UEPG)

Prof. Dr. Luiz Antônio Bastos Bernardes (UEPG)

Prof. Dr. Marcelo Emilio (UEPG)

Prof. Dr. Paulo Cesar Facin (UEPG)

Prof. Dr. Fabio Augusto Meira Cássaro (UEPG)

Prof. Dr. Luiz Fernando Pires (UEPG)

Prof. Dr. Sérgio da Costa Saab (UEPG)

Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz Da Silva (UEPG)

Prof. Dr. Gerson Kniphoff da Cruz (UEPG)

Profa. Dra. Josie Agatha Parrilha da Silva (UEPG)

Prof. Dr. Adriano Reinaldo Viçoto Benvenho
(UFABC)

Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin (UTFPR)

Prof. Dr. Carlos Alberto de Oliveira Magalhães Jr
(UEM)

Profa. Dra. Cleci Werner da Rosa (UPF)

Prof. Dr. José Ricardo Galvão (UTFPR)

Prof. Dr. Hércules Alves de Oliveira Jr. (UTFPR)

Profa. Dra. Iramaia Jorge Cabral de Paulo (UFMT)

Prof. Dr. João Amadeus Pereira Alves (UTFPR)

Prof. Dr. Marco Antonio Moreira (UFRGS)

Prof. Dr. Marcos Antonio Florczak (UTFPR)

Profa. Dra. Sandra Mara Domiciano (UTFPR)

Profa. Dra. Sani de Carvalho Rutz da Silva (UTFPR)

SÉRIE

Produtos Educacionais em Ensino de Física

Volume 4

ANA CAROLINE PSCHIEDT

MARCELO EMÍLIO

Estudando Astronomia, Aprendendo Física: Atividades Práticas de Observação do Sol

Jeremias Borges da Silva
André Maurício Brinatti
André Vitor Chaves de Andrade
Silvio Luiz Rutz Da Silva
(ORGANIZADORES)

UEPG – PROEX
1a. Edição
Ponta Grossa – PR
2018

P974e Pscheidt, Ana Caroline
Estudando astronomia, aprendendo física: atividades práticas de observação do sol [livro eletrônico]/ Ana Caroline Pscheidt, Marcelo Emilio Ponta Grossa: UEPG/PROEX, 2018. (Série Produtos Educacionais em Física, v. 4).

73 p.; il.; e-book

ISBN: 978-85-63023-24-7

1. Ensino-aprendizagem. 2. Astronomia. 3. Sol. I. Emilio, Marcelo. II. T.

CDD: 520

Ficha Catalográfica Elaborada por Maria Luzia F. Bertholino dos Santos - CRB 9/986

Foto da Capa: Renato Horgan

Disponível em:

<http://www.guoguiyan.com/astronomy-wallpapers/68880418.html>



Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons – Atribuição -Não Comercial- Compartilha Igual 4.0 Internacional.

PREFÁCIO

Durante as últimas décadas, no Brasil se tem conseguido avanços significativos em relação a alfabetização científica, em especial na área do Ensino de Física, nos diversos níveis de ensino, entretanto continua pendente o desafio de melhorar a qualidade da Educação em Ciências. Buscando superar tal desafio a Sociedade Brasileira de Física (SBF) implementou o Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) que se constitui em um programa nacional de pós-graduação de caráter profissional, voltado a professores de ensino médio e fundamental com ênfase principal em aspectos de conteúdos na Área de Física, resultando em uma ação que engloba diferentes capacidades apresentadas por diversas Instituições de Ensino Superior (IES) distribuídas em todas as regiões do País.

O objetivo do MNPEF é capacitar em nível de mestrado uma fração muito grande de professores da Educação Básica quanto ao domínio de conteúdos de Física e de técnicas atuais de ensino para aplicação em sala de aula como, por exemplo, estratégias que utilizam recursos de mídia eletrônica, tecnológicos e/ou computacionais para motivação, informação, experimentação e demonstrações de diferentes fenômenos físicos.

A abrangência do MNPEF é nacional e universal, ou seja, está presente em todas as regiões do País, sejam elas localizadas em capitais ou estejam afastadas dos grandes centros. Fica então clara a necessidade da colaboração de recursos humanos com formação adequada localizados em diferentes IES. Para tanto, o MNPEF está organizado em Polos Regionais, hospedados por alguma IES, onde ocorrerem as orientações das dissertações e são ministradas as disciplinas do currículo.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa, por meio de um grupo de professores do Departamento de Física, faz parte do MNPEF desde o ano de 2014 tendo nesse período proporcionado a oportunidade de aperfeiçoamento para quarenta e cinco professores de Física da Educação Básica, sendo que desses quinze já concluíram o programa tornando-se Mestres em Ensino de Física.

A **Série Produtos Educacionais em Ensino de Física**, que ora apresentamos, consta de vários volumes que correspondem aos produtos

educacionais derivados dos projetos de dissertação de mestrado defendidos. Alguns desses volumes são constituídos de mais de um tomo.

Com essa série o MNPEF - Polo 35 - UEPG, não somente busca entregar materiais instrucionais para o Ensino de Física para professores e estudantes, mas também pretende disponibilizar informação que contribua para a identificação de fatores associados ao Ensino de Física a partir da proposição, execução, reflexão e análise de temas e de metodologias que possibilitem a compreensão do processo de ensino e aprendizagem, pelas vias do ensino e da pesquisa, resultado da formação de docentes-pesquisadores.

A série é resultado de atividade reflexiva, crítica e inovadora aplicada diretamente à atuação profissional do docente, na produção de conhecimento diretamente associado à prospecção de problemas e soluções para o ensino-aprendizagem dos conhecimentos em Física, apresentando estudos e pesquisas que se propõem com suporte teórico para que os profissionais da educação tenham condições de inovar sua prática em termos de compreensão e aplicação da ciência.

A intenção é que a **Série Produtos Educacionais em Ensino de Física** ofereça referências de propostas de Ensino de Física coerentes com as estruturas de pensamento exigidas pela ciência e pela tecnologia, pelo exemplo de suas inserções na realidade educacional, ao mesmo tempo que mostrem como se pode dar tratamento adequado à interdependência de conteúdos para a formação de visão das interconexões dos conteúdos da Física.

Prof. Dr. Jeremias Borges da Silva

Prof. Dr. André Maurício Brinatti

Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade

Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz Da Silva

Organizadores

Sumário

1.	Apresentação	8
2.	Porque Astronomia?	9
3.	O Sol	10
4.	Atividade 1 - Conhecendo o caminho do Sol	13
4.1	Textos de apoio a atividade - Movimento aparente do Sol	13
4.1.1	Rotação da Terra, o dia e a noite	13
4.1.2	Estações do ano e a translação terrestre	14
4.1.3	Movimento anual, posição do Sol em relação as constelações	15
4.1.4	Variação da posição do nascer, pôr do Sol e da trajetória Solar diurna com relação a época do ano	18
4.1.5	Variação da trajetória do Sol com relação a posição do observador	20
4.1.6	Analema	21
4.2	Atividade pratica.	23
4.2.1	Atividade A – Observação do nascer e pôr do Sol durante o ano	23
4.2.2	Orientações para aplicação em sala de aula	27
4.2.3	Atividade 01 B - O caminho do Sol	29
4.2.4	Orientações para aplicação em sala de aula	31
5.	Atividade 2 – Energia irradiada pelo Sol	32
5.1	Textos de apoio a atividade – Energia irradiada pelo Sol	32
5.1.1	Calor e calor específico	32
5.1.2	Condução de calor - Convecção	32
4.5.3	Condução de calor - Condução	32
4.5.4	Condução de calor - Radiação	32
5.2	Atividade prática	32
5.2.1	Orientações para aplicação em sala de aula	35
6.	Atividade 3 – Medindo o tamanho do SOL	38
6.1	Propagação retilínea e a câmera escura	38
6.2	Atividade prática.	40
6.2.1	Orientações para aplicação em sala de aula	43
7	Roteiros de atividade para alunos	47
7.1	Atividade A – Observação do nascer e pôr do Sol durante o ano	48
7.2	Atividade 01 B - O caminho do Sol	51
7.3	Atividade 2 – Energia irradiada pelo Sol	53
7.4	Atividade 3 – Medindo o tamanho do SOL	57
	Referências Bibliográficas	63

1. Apresentação

Este material surgiu como produto educacional, resultados do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, na Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Consiste em um manual com propostas de três atividades práticas para estudo do Sol, direcionado ao professor de Física que deseja utilizar conceitos de Astronomia em suas aulas. As atividades são de simples execução portanto também podem ser praticadas por qualquer interessado pelo assunto.

Esse manual conta com texto de apoio, que tem cunho informativo e introdutórios trazendo conceitos necessários para realização das atividades práticas. O leitor encontrará todas as informações necessárias para a execução das atividades, assim como montagem dos experimentos, roteiros de aula e etc. Uma sessão de orientações metodológicas estará presente ao final de cada capítulo, com o objetivo de apontar sugestões de aplicação dessas atividades em sala de aula.

Não pretendesse oferecer um curso de astronomia, mas sim oferecer uma proposta didática para as aulas de Física no ensino médio, utilizam conhecimentos sobre calor, calor específico, propagação retilínea da luz, irradiação de calor, intensidade luminosa e etc.

As atividades formam uma sequência didática para o estudo do Sol em três abordagens: Registro do movimento aparente do Sol, com o uso do simulador Stellarium. Cálculo da energia emitida pelo Sol, a partir de um procedimento experimental com o uso de um calorímetro rudimentar. Cálculo do tamanho do Sol, a partir de projeção por pinhole.

Apesar de apresentada em sequência, as práticas são independentes e podem ser executadas separadamente, por exemplo: Em um conjunto de aulas sobre calor, o professor pode propor a atividade “Medindo a Energia Emitida pelo Sol” para concluir o assunto e verificar a aprendizagem. Já a atividade “Medindo o tamanho do Sol” pode ser apresentada como motivação em um módulo de aulas sobre ótica geométrica. A atividade “Conhecendo o Caminho do Sol” pode ser utilizada para trabalhar leis de Kepler ou referenciais. Com algumas modificações as atividades podem ter muitos outros propósitos, esperasse que o docente aplique as atividades da forma mais adequada possível a sua realidade escolar, fazendo todas as alterações que considerar pertinentes.

Diante da conhecida dificuldade financeira das escolas em nossos pais, buscou-se desenvolver atividades de modo que utilizem apenas materiais de fácil acesso. Com exceção da atividade Conhecendo o Caminho do Sol, que necessita de computadores, as outras atividades utilizam apenas materiais de baixo custo. Para que qualquer professor, principalmente, os de escola pública possa executá-las com seus alunos.

2. Porque Astronomia?

A Astronomia é encantadora e motivadora, é uma ciência democrática pois seu maior objeto de estudo está disponível para visualização de todos. É considerada a ciência mais antiga da humanidade e teve fundamental influencia na vida do homem antigo, sendo uma ferramenta para as atividades cotidianas.

Hoje contamos com instrumentos que nos auxiliam em diversas tarefas, como GPS, calendário, relógio, estações meteorológicas a escrita. Todos esses instrumentos de não existiam na antiguidade, mas se apresentavam em uma só ferramenta: a observação do céu. Com o conhecimento sobre o céu o homem podia se localizar no tempo e no espaço, fazendo previsões sobre as estações do ano e as mudanças climáticas que aconteceriam, podia registrar a história de seu povo desenhando constelações no céu e as ensinando para seus sucessores.

O céu sempre foi um mistério para a humanidade, sempre nos trouxe grandes questionamentos, e durante nossa história ele vem sendo observado, explorado e desvendado pela humanidade, estamos cada vez mais perto dos seus mistérios, a cada dia a ciência avança para mais descobertas. Hoje além da observação a olho nu, contamos telescópios, radiotelescópios e espectrômetros, podemos observar as estrelas em comprimentos de ondas invisíveis ao olho humano. Na antiguidade muito foi observado, mas muito pouco realmente foi visto, hoje com instrumentos avançados conseguimos ver muito além, mas provavelmente isso ainda seja muito pouco.

A Astronomia atual se utiliza de instrumentos complexos e modernos, mas muitas de suas descobertas foram feitas com objetos rudimentares, pela aplicação de conhecimentos da Física e química e principalmente pela observação.

Quem nunca admirou uma noite estrelada, quando criança fez um pedido a uma “estrela cadente”, ou quem sabe se impressionou com beleza das fases da Lua, algumas vezes se intrigou com seu tamanho aumentado ou com sua coloração modificada, se perguntou quão grande o Sol é? E porque parece tão diferente das outras estrelas?

Porque dizem que a Terra gira em torno do Sol se todos os dias vemos o Sol se movimentando no céu?

Todos esses fenômenos e questionamentos que nos intrigam são objetos de estudo da Astronomia e porque não contemplados nas aulas de Física, química e ciências?

Segundo os PCN (Parâmetros curriculares nacionais) a Astronomia é um dos importantes temas a serem contemplados pela disciplina de Física no ensino médio. Mas infelizmente isso não é uma realidade, muitos dos alunos passam por toda a trajetória escolar sem estudar os assuntos relacionados aos astros. Os professores dessas disciplinas não estão devidamente preparados para trabalhar esses conteúdos com seus alunos, e os livros didáticos trazem grandes erros conceituais. Por consequência desses entre outros empecilhos o assunto não é contemplado em sala de aula.

No ensino formal a ciência costuma ser fragmentada, o currículo do ensino médio no Brasil mostra isso com clareza, estudamos separadamente Física, química, biologia, geografia, história e entre outras. Essa abordagem nos dá a impressão de que a Física se desenvolveu separadamente da química e que não há nenhuma correlação com a história, a biologia é o estudo da vida e não há nenhuma relação com Física ou química. Nesse contexto a Astronomia assim como outros temas interdisciplinares se faz importante pois traz o caráter interdisciplinar da ciência, com aplicações dos conhecimentos adquiridos na Física, química, história entre outras. Ela mostra que para se fazer ciência é necessária uma união de conhecimentos e não fragmentação.

Em relação especial com a disciplina de Física, a Astronomia é capaz de mostrar uma real aplicação para diversos conhecimentos adquiridos no ensino médio. Quando explorada de maneira adequada se torna uma poderosa ferramenta para atingir objetivos esperados por esta disciplina, como a capacidade de investigação, fazer hipóteses, identificar padrões, compreender e aplicar leis Físicas entre outras.

Diante da importância do ensino de Astronomia e de seus empecilhos didáticos, viu-se a necessidade de investigar e desenvolver atividades potencialmente significativas e viáveis para execução em aulas de Física.

3. O Sol

O Sol é estrela central do nosso sistema planetário, chamado assim de sistema Solar. É fonte de calor para todo o sistema, mas principalmente é a principal fonte de

energia para a Terra, sua importância para a vida do homem é indiscutível, não é por pouco que muitos povos antigos adoravam o Sol como um de seus deuses.

A vida na Terra depende de diversos fatores, e boa parte deles tem influência direta das características Solares, como tamanho, temperatura, idade entre outros. Nosso planeta seria muito diferente caso o Sol também tivesse características diferentes.

Quase toda a energia existente na Terra exceto pela energia emitida pelo núcleo terrestre é obtida graças a energia que recebemos do Sol, podemos dizer que nosso alimento tem a mesma origem, os vegetais absorvem energia Solar a partir da fotossíntese e assim armazenam energia que é ingerida por um consumidor primário, que será alimento de um secundário e terciário, finalmente chegando a decomposição. E neste processo energético do qual fazemos parte, a fonte primária é o Sol.

A Terra seria um planeta congelado de temperatura praticamente constante caso não recebêssemos nossa parcela de energia diária, portanto algumas formas de produção de energia elétrica como a hidroelétrica e eólica também deixariam de existir.

Os combustíveis fósseis, tão utilizados pela humanidade, foram formados a milhares de anos por processos naturais de decomposição da matéria orgânica, restos de animais e plantas que foram transformados por fenômenos geológicos, por tanto não deixam de ser energia Solar armazenada.

Visto a importância desta estrela, não há dúvidas sobre os motivos para a ciência tentar conhecê-la cada vez melhor, revelar seus mistérios e fazer previsões a seu respeito. Mas como estudar um objeto que está a 150 milhões de quilômetros de nós? Não podemos tocá-lo, ou retirar uma amostra e estudar em nossos laboratórios, podemos apenas observá-lo. Para conhecer melhor o Sol e universo a ciência precisou desenvolver técnicas para estudá-los apenas observando sua luz que recebemos não apenas do Sol, mas do universo como um todo.

Todos os corpos aquecidos emitem ondas eletromagnéticas, essa emissão é também chamada de radiação térmica, e é emitida continuamente em vários comprimentos de onda, mas o comprimento de maior intensidade dependerá da temperatura do material, um prego por exemplo ao ser aquecido fica avermelhado, e se for aquecido ainda mais se tornará azulado.

Outra forma de emissão de radiação é a emissão causada por transições eletrônicas dentro dos átomos, neste caso a emissão não será contínua, os comprimentos de onda são específicos, pois a energia das ondas corresponde a diferença de energia entre os níveis eletrônicos do átomo. Sendo assim a radiação emitida carrega

informações sobre o átomo que a emitiu. O Sol emite ondas eletromagnéticas dos diversos comprimentos de onda existentes, desde os mais energéticos raios gama as menos energéticas ondas de rádio. Cada comprimento de onda mostra uma face do Sol, alguma estrutura ou fenômeno ocorrido nesta estrela.

4. Atividade 1 - Conhecendo o caminho do Sol

Esta é uma proposta para o estudo do movimento aparente do Sol durante o dia e como esse movimento varia durante o ano, com o objetivo de desmistificar ideias errôneas sobre o movimento aparente do Sol. Primeiramente serão apresentados alguns conceitos teóricos importantes para introduzir a atividade, em seguida a descrição da atividade e orientações metodológicas

4.1 Textos de apoio a atividade - Movimento aparente do Sol

Todos percebemos o movimento do Sol durante o dia, verificamos que ele nasce em uma posição e se põe em outra, temos a impressão de este astro está girando ao nosso redor, isso nos faz parecer importantes dentro deste vasto universo. Hoje a humanidade conhece uma reposta diferente para este fenômeno, na verdade somos nós que estamos a girar entorno do Sol, ele sim é o centro de algo, centro do sistema Solar. O movimento que observamos é chamado de movimento aparente do Sol, pois na verdade quem está se movimentando é a própria Terra, ela gira num movimento de rotação e assim nos confunde, dando a impressão de que o Sol está se movendo.

4.1.1 Rotação da Terra, o dia e a noite.

Podemos perceber dia após dia, o Sol surge no horizonte, nasce no lado leste, faz sua trajetória no céu, se põe no lado oeste. Utilizamos o termo “lado leste” e não ponto cardinal leste, diferente do que muitos livros didáticos apresentam [Boczko 2005], o Sol não nasce sempre no ponto cardinal leste e não se põe sempre no ponto cardinal oeste.

O nascer e pôr do Sol varia com os dias, em apenas 2 dias por anos o nascer será exatamente no Leste e o pôr será exatamente no Oeste, esses dias são: o primeiro dia da primavera e o primeiro dia do outono.

Como dito anteriormente o Sol tem um movimento aparente diário e anual. O movimento diário é na verdade gerado pela rotação da Terra, que gira de oeste para leste, fazendo parecer que o Sol está girando de leste para oeste. É o movimento responsável pelo dia e noite terrestre, figura 1.

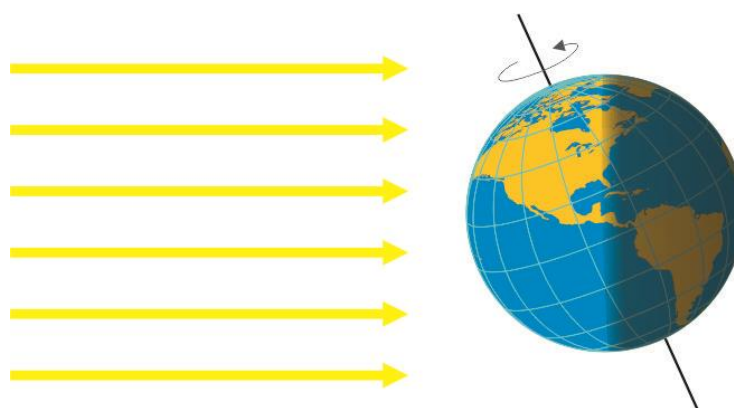


Figura 1 - Rotação terrestre Fonte: o autor, 2016

Na figura 1 é possível perceber que um lado do planeta recebe luz (dia), enquanto o outros está no escuro (noite).

4.1.2 Estações do ano e a translação terrestre

Na figura 1 podemos perceber que o eixo de rotação do planeta é inclinado, cerca de 23° com relação a uma reta perpendicular à sua órbita. Resultando assim em uma incidência Solar diferente em cada ponto do planeta. A figura 1 representa uma época do ano em que polo norte é completamente iluminado e o polo sul completamente escuro.

Durante o ano a Terra gira ao redor do Sol, realizando um movimento de translação. O eixo de rotação permanece inclinado, fazendo com que durante o ano a incidência Solar seja variável em cada posição da superfície da Terra, figura 2.

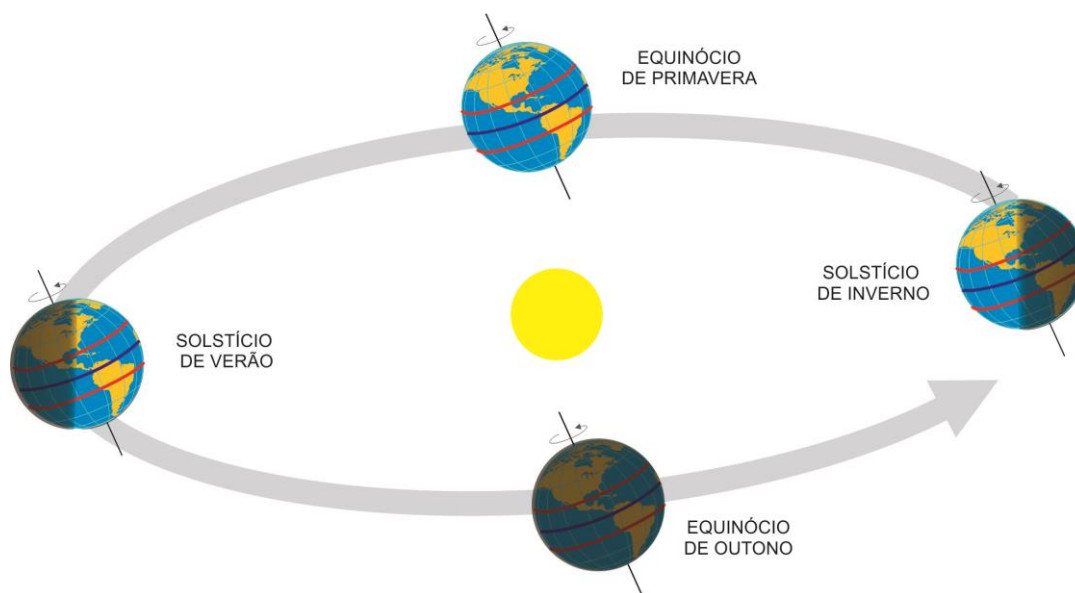


Figura 2 - Posição da Terra em relação ao Sol durante o ano. Fonte: o autor, 2016.

A variação da incidência Solar faz com que a luminosidade absorvida seja também diferenciada, resultando assim no que conhecemos como estações do ano.

No Solstício de inverno (20 a 21 de junho) o Sol atinge o planeta perpendicularmente ao trópico de câncer, figura 3, assim despeja uma quantidade maior de energia no hemisfério norte, nessa época do ano temos: verão no norte e inverno no hemisfério Sul.

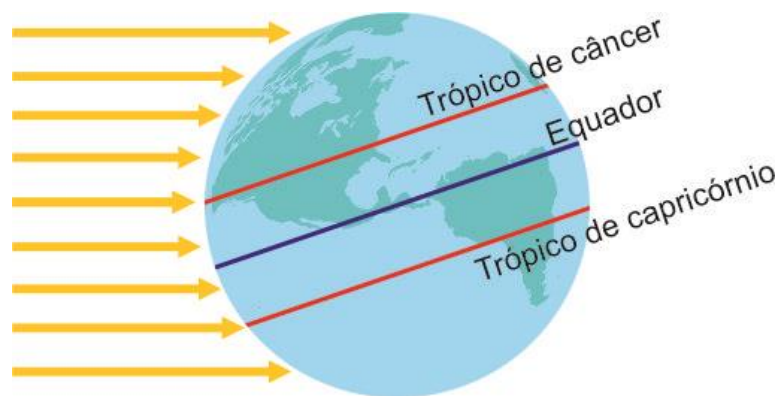


Figura 3 - Incidência Solar – Solticio de Inverno. Fonte: o autor, 2016.

No Solstício de verão (21 a 22 de dezembro) os raios Solares atingem o planeta perpendicularmente ao trópico de capricórnio, figura 4, despejando uma quantidade maior de energia no hemisfério sul, nessa época do ano temos o verão no sul e inverno no hemisfério norte.

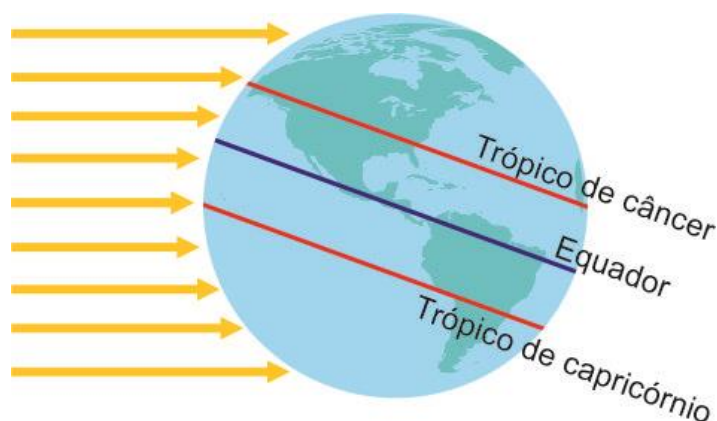


Figura 4 - Incidência Solar - Solstício de verão. Fonte: o autor, 2016.

Nos equinócios os raios Solares atingem perpendicularmente o equador, agora distribuindo de forma igual a energia depositada ambos os hemisférios. Os equinócios representam o início da primavera (22 a 23 de setembro) e do outono (20 a 21 de março).

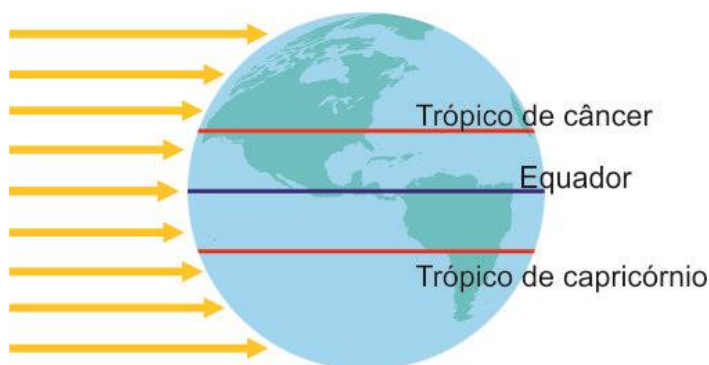


Figura 5 - Incidência Solar – equinócios. Fonte: o autor, 2016.

As estações do ano são resultado de uma composição do eixo inclinado da Terra e dos movimentos que está realizando. Essa composição também resulta na variação da posição de nascer e pôr do Sol durante o ano, assim como sua trajetória no céu.

4.1.3 Movimento anual, posição do Sol em relação as constelações

A translação é o movimento que a Terra faz ao redor do Sol, é por tanto responsável por alguns fenômenos, como as estações do ano, mas, mais do que isso esse movimento faz com que nossas noites também mudem, as constelações que aparecem no céu são diferentes em épocas distintas do ano.

Isso ocorre porque o Sol “esconde” algumas constelações, ou seja, elas estão atrás do Sol, no céu diurno. As constelações que estão exatamente cobertas pelo Sol, estão no plano da eclíptica e são chamadas de constelações zodiacais. Se pudéssemos

retirar a atmosfera terrestre veríamos essas constelações durante o dia e outras constelações durante a noite.

Na figura 6, temos uma representação da posição da Terra por volta do mês de maio, perceba que o lado noturno da Terra está voltado para as constelações de libra, virgem e escorpião, por tanto essas constelações poderão ser visualizadas no céu noturno. Já as constelações de peixes aries e touro, estão no lado oposto, estão atrás do Sol, ou seja, estarão no céu durante o dia, sendo assim impossível visualiza-las nesta época do ano.

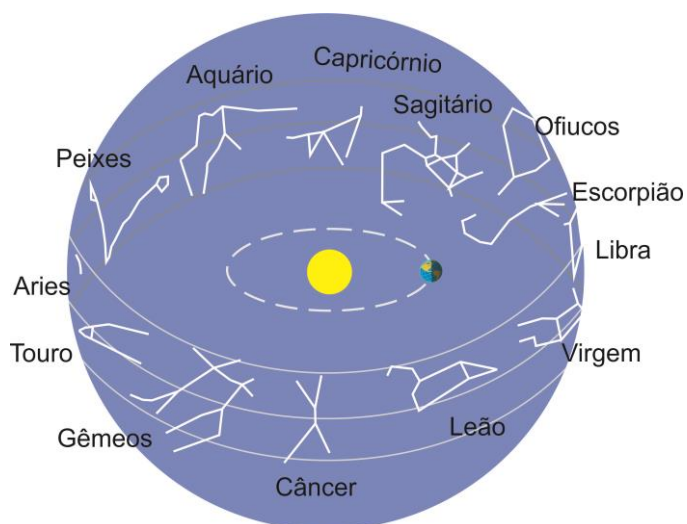


Figura 6 - esfera celeste, posição da Terra em maio. Fonte: o autor, 2016.

Na figura 7, é possível ver a posição da Terra no mês de novembro, seis meses depois. Agora é possível perceber que o lado noturno da Terra está voltado para as constelações de aries, peixe e touro, portanto elas serão visíveis durante a noite, já as constelações de libra, virgem e escorpião, estão atrás do Sol, não estarão visíveis no céu nesta época do ano.

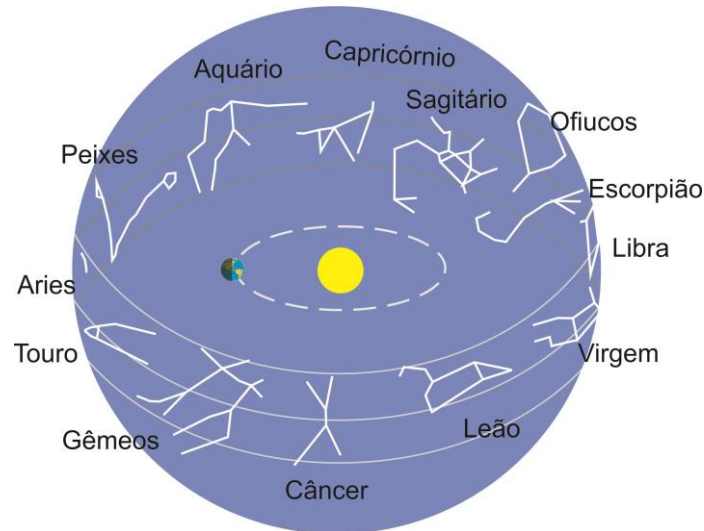


Figura 7 - Esfera celeste, posição da Terra em novembro. Fonte: o autor, 2016.

Em uma situação hipotética, em que fosse possível retirar a atmosfera terrestre nós teríamos um céu diurno bem diferente do que somos acostumados, o Sol e as outras estrelas apareceriam juntos no céu.

O Sol sobrepõe uma constelação, com o passar dos meses, durante a translação terrestre, o Sol parece se “mover” sob as constelações, uma por uma até que se complete um ano e então recomeça o ciclo.

As figuras 8 e 9 representa uma imagem hipotética do céu diurno sem atmosfera no dia 5 de novembro e no dia 5 de maio



Figura 8 - Céu diurno sem atmosfera dia 05/11. Fonte: Stellarium, 2016

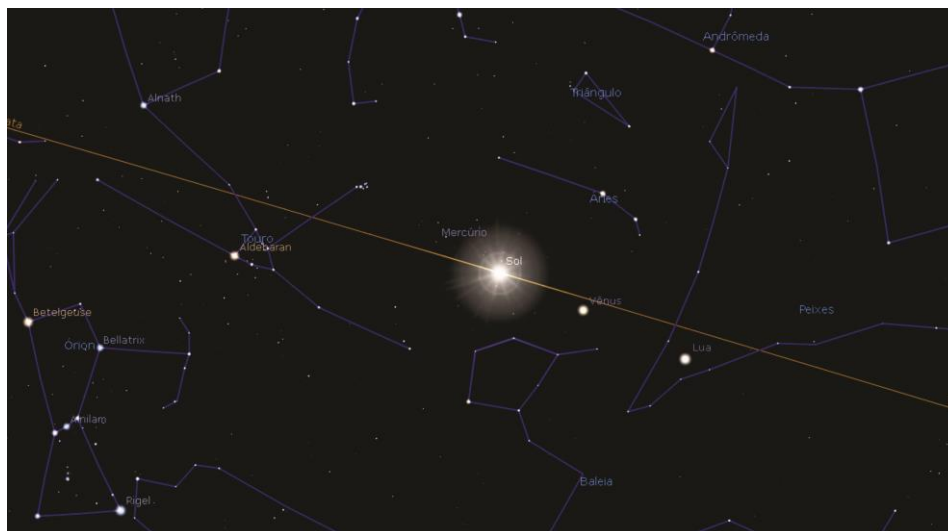


Figura 9 - Céu diurno sem atmosfera dia 05/11. Fonte: Stellarium,2016

4.1.4 Variação da posição do nascer, pôr do Sol e da trajetória Solar diurna com relação a época do ano.

Durante o ano o Sol irá nascer em posições diferentes, e só nascerá exatamente no ponto cardeal leste no primeiro dia de primavera e no primeiro dia de outono, ou seja, nos equinócios, nos outros dias ele irá se afastar do leste em direção ao sul ou ao norte dependendo da época do ano. Nos equinócios acontece o afastamos máximo, no primeiro dia de verão o Sol estará o mais distante possível do leste para o lado sul, e no primeiro dia de inverno estará o mais distante possível do leste mas agora para o lado norte.



Figura 10 - Nascer do Sol em diferentes momentos do ano, para um observador situado em Araucária/PR, Fonte: Stellarium, 2016

Durante o pôr do Sol observamos a mesma variação de posição



Figura 11- Pôr do Sol em diferentes momentos do ano, para um observador situado em Araucária/PR. Fonte: Stellarium, 2016

Consequentemente a trajetória do Sol é diferente em diferentes momentos do ano, esta trajetória é chamada de movimento diurno do céu [Boczko 1984]. A Figura 12 é uma simplificação da observação do céu, com o observador no centro de uma esfera celeste por onde o Sol se movimenta. Nessa esfera são projetadas 3 linhas, que representam a trajetória Solar em épocas diferentes.

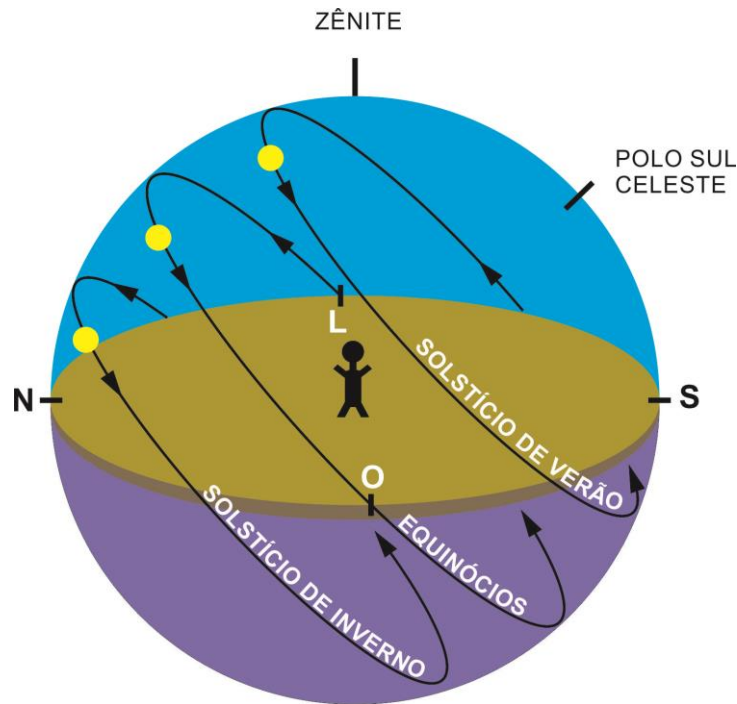


Figura 12 - Movimento diurno do Sol em diferentes épocas do ano, para um observador no hemisfério sul. Fonte: o autor, 2016.

4.1.5 Variação da trajetória do Sol com relação a posição do observador.

Na figura 12 é possível verificar um ponto chamado polo sul celeste, corresponde a projeção do eixo de rotação da Terra no céu, este ponto fica exatamente a 90° da linha dos equinócios, pois esta corresponde a projeção no céu da linha do equador. Outro ponto visto na imagem é o “zênite”, esse ponto corresponde ao ponto mais alto do céu para um observador, ou seja, o ponto exatamente a cima de sua cabeça.

O fato do polo sul celeste estar no céu significa que o observador está no hemisfério sul. Para um observador no hemisfério norte, teríamos o polo norte celeste no céu. A altura angular desse ponto e da linha dos equinócios varia com a posição do observador, por exemplo para alguém posicionado exatamente na linha do equador, o ponto norte celeste e sul celeste ficariam no horizonte. Já um observador exatamente no polo sul, veria o sul celeste bem em cima de sua cabeça, ou seja, no zênite, analogamente um observador no polo norte, este veria o polo norte celeste no zênite.

Essa variação também é vista na trajetória Solar, as linhas apresentadas na figura 12 acompanham a variação do polo celeste. Portanto o local de observação influencia diretamente a trajetória Solar vista pelo observador. Na figura 13 é possível observar a relação angular entre os pontos citados.

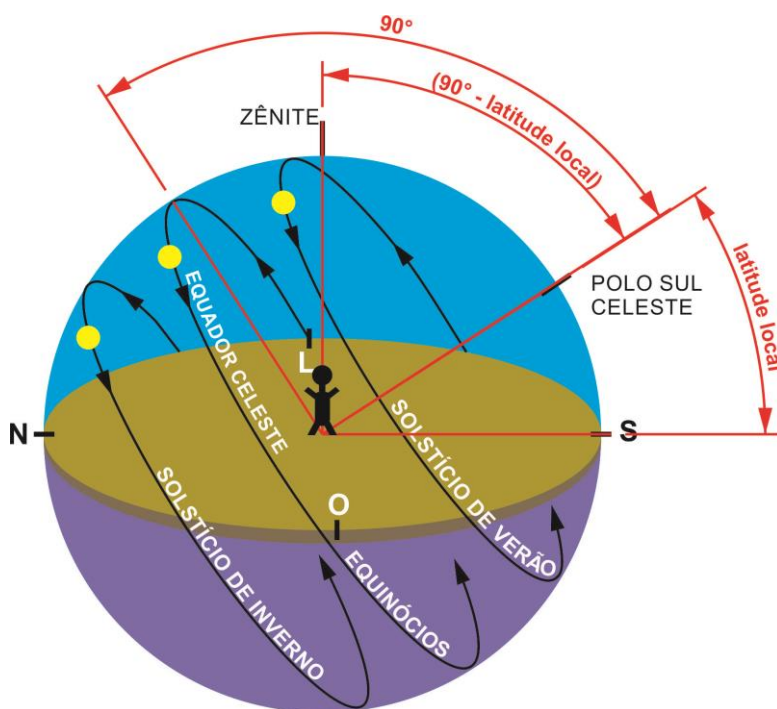


Figura 13 - Relação angular entre linha dos equinócios (equador celeste), zênite, e polo celeste.
Fonte: o autor, 2016.

4.1.6 Analema

Assim como a posição, o horário do nascer e pôr do Sol também varia durante o ano, fazendo com que, no mesmo horário, em dias diferentes o Sol assuma posições diferentes no céu, se registradas essas posições, em intervalos regulares ou dias sucessivos durante todo um ano, pode se verificar a formação de uma imagem chamada de analema. O analema é uma figura traçada pelo movimento aparente do Sol no céu ao longo de um ano.

As dificuldades de fazer uma observação durante todo um ano no mesmo horário são claras. Mas com o uso do simulador Stellarium é possível visualizar e registrar a posição do Sol em vários dias do ano num mesmo horário.

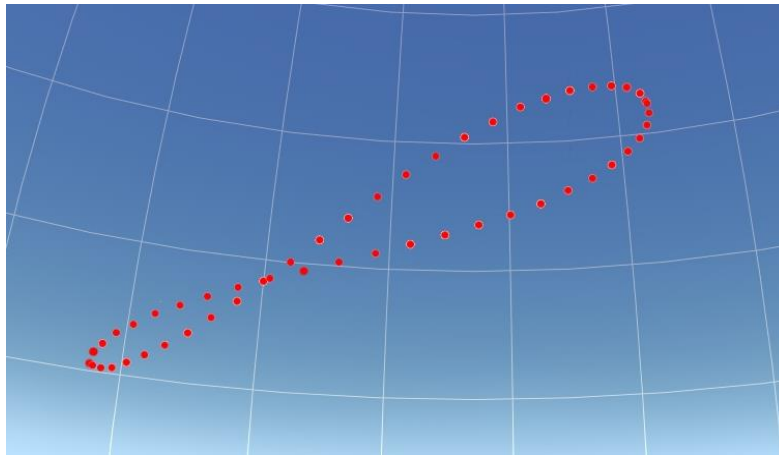


Figura 14 - Analema formado pela observação do Sol na cidade de Araucária/PR, as 08:00.
Fonte: o autor, 2016.

A figura 14 apresenta pontos vermelhos que representam a posição do Sol a com intervalo de uma semana sempre as 8:00 da manhã.

A figura formada aproxima-se do formato de um 8 assimétrico, e pode sofrer algumas leves variações conforme a latitude do local. Além disso, de acordo com o horário escolhido a posição da figura pode mudar, inclinando-se gradativamente para esquerda de manhã ou para direita à tarde.

O analema depende de dois fatores primordiais: A inclinação do eixo de rotação e o fato de que a Terra apresenta uma órbita elíptica ao redor do Sol, assim devido à conservação do momento angular, à medida que a Terra se aproxima do Sol sua velocidade aumenta e quando se afasta a velocidade diminui. Por fim, a união de ambos os fatores o analema é formado

A extremidade direita do Analema, indica o Solstício de verão em que o Sol atinge o afastamento máximo em relação ao equador celeste, assim como no Solstício de inverno indicado na extremidade esquerda do analema e para determinar o dia dos equinócios de outono e primavera basta traçar uma linha de uma extremidade até a outra e dividi-la ao meio, assim encontra-se os pontos equivalentes aos equinócios, figura 15.

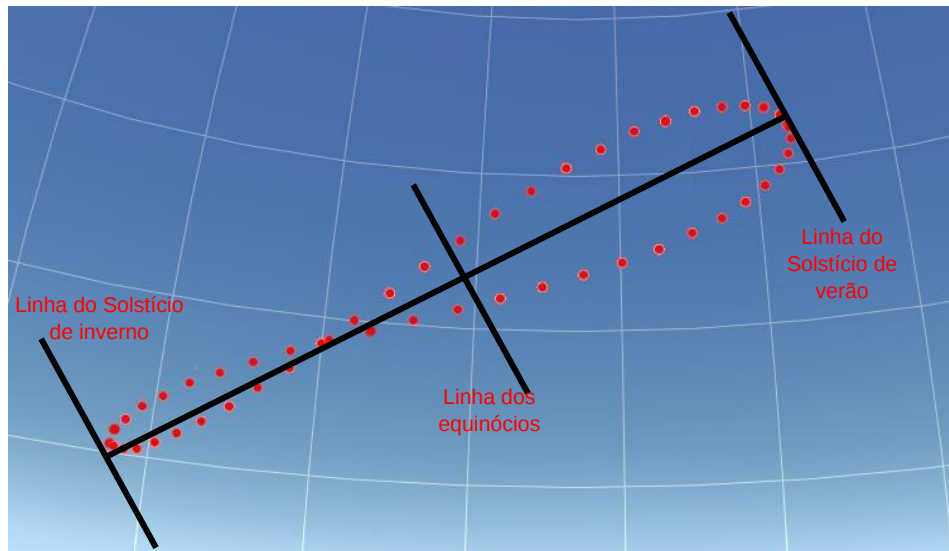


Figura 15 - Solstícios e Equinócios indicado pelas linhas perpendiculares ao analema. Fonte: o autor, 2016.

4.2 Atividade pratica.

A atividade é dividida em duas partes: atividade A que utiliza um simulador e atividade B que utiliza a observação direta do Sol

4.2.1 Atividade A – Observação do nascer e pôr do Sol durante o ano

Essa atividade consiste na manipulação do software Stellarium versão 0.14.4, disponível para download em <http://www.stellarium.org/pt/>, para facilitar uma tarefa de difícil execução: estudar os movimentos aparentes do Sol durante todo um ano.

Este software é capaz de simular o céu de qualquer localidade da Terra, também tem a possibilidade de alterar a data de observação, do ano -99999 ao ano 99999, claro que o que nos interessa são datas bem mais próximas. O download gratuito do software pode ser feito em <http://www.stellarium.org/>

Após realizado o download abra o software e configure para a região local. Isso pode ser feito clicando na barra de ferramentas na lateral esquerda como mostra a figura 16. Clique no ícone janela de localização, essa função também pode ser acessada pela tecla F6 do seu teclado.

Uma janela se abrirá e então você poderá clicar no mapa ou digitar o nome de sua cidade para pesquisar.

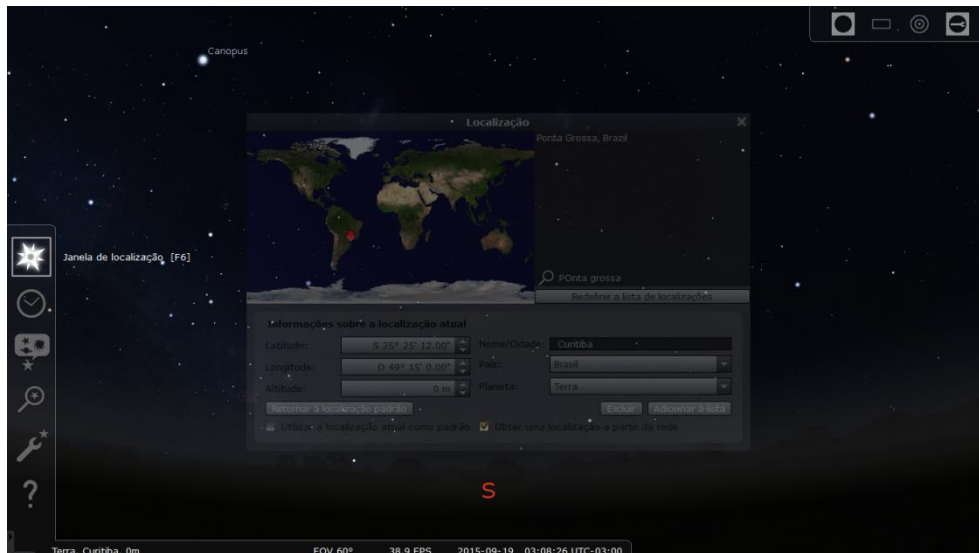


Figura 16 - Tela inicial do software. Fonte: Stellarium,2016

Pronto agora você já está vendo o céu da sua região, ou seja, os mesmos objetos que aparecem no céu real, irão aparecer na tela do seu computador.

Também na lateral esquerda você encontrará, logo abaixo do ícone de localização, o ícone para ajustar a data e horário de visualização (Figura 17), essa função também pode ser acessada pela tecla F5.

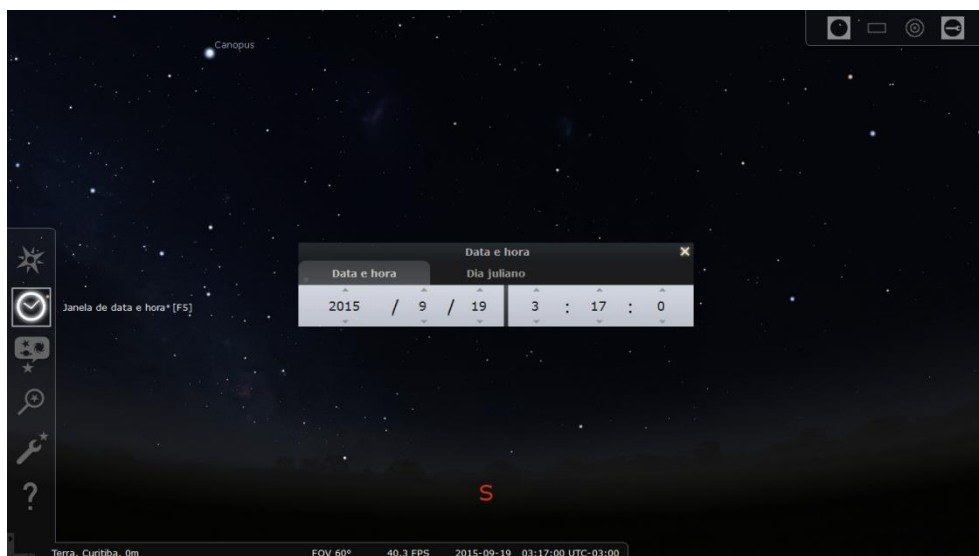


Figura 17 - Janela de data e hora. Fonte: Stellarium,2016

Nessa opção você pode inserir qualquer data e horário para visualização, e essa é uma das facilidades de se usar este simulador, ele é capaz de nos mostrar a posição do Sol ou de outras estrelas em qualquer dia e horário que se queira.

Ainda no menu esquerdo encontrasse disponível um ícone de ajuda, que também pode ser acessado pela tecla F1 do seu teclado (Figura 18).

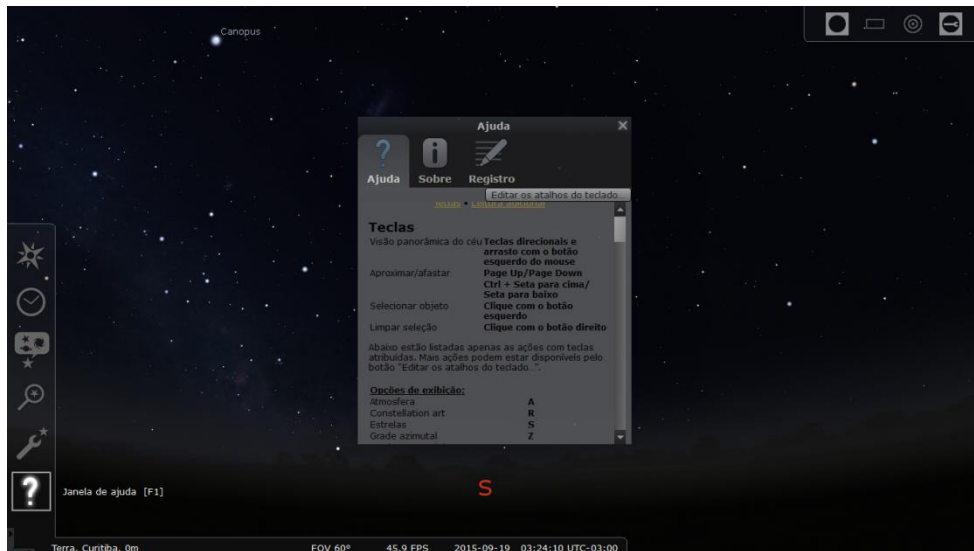


Figura 18 - Tela de ajuda. Fonte: Stellarium,2016

Neste ícone você encontrará uma lista com teclas de atalho para as várias funcionalidades do software.

Abaixo estão listadas apenas as ações com teclas atribuídas. Mais ações podem estar disponíveis pelo botão “Editar os atalhos do teclado”

Tabela 1 - Principais comandos do software Stellarium

Aproximar/afastar	Page Up/Page Down
Selecionar objeto	Clique com o botão esquerdo
Limpar seleção	Clique com o botão direito
OPÇÕES DE EXIBIÇÃO:	
Atmosfera	A
Versão artística das constelações	R
Estrelas	S
Limites das constelações	B
Linha do horizonte	H
Linha eclíptica	,
Linha equatorial	.
Linha meridiana	;
Linhas das constelações	C
Modo de tela cheia	F11
Planetas	P
Pontos cardeais	Q
Superfície	G
Via Láctea	M
Órbitas dos planetas	O

Afastar	\
Aproximar objeto selecionado	/
Centrar no objeto selecionado	Barra de espaço
Aumentar a velocidade do tempo	L
Aumentar a velocidade do tempo (um pouco)	Shift+L
Avançar um ano sideral	Ctrl+Alt+Shift+]
Avançar um dia sideral	Alt+=
Avançar um dia Solar	=
Avançar uma hora Solar	Ctrl+=
Avançar uma semana Solar	]
Definir a taxa de tempo para zero	7
Definir a taxa normal de tempo	K
Definir o tempo para a hora atual	8
Diminuir a velocidade do tempo	J
Diminuir a velocidade do tempo (um pouco)	Shift+J
Janela de data e hora	F5
Janela de localização	F6
Janela de pesquisa	F3
Janela de opções do céu e de visualização	F4

Com esses conhecimentos básicos sobre o software você já será capaz de investigar o comportamento do Sol durante um ano.

Primeiramente você vai precisar de um local de um local para realizar suas anotações, uma imagem com o horizonte leste e o horizonte oeste obtidas a partir de uma captura de tela do software. Você também pode desenhá-las em um papel caso não possa imprimir.

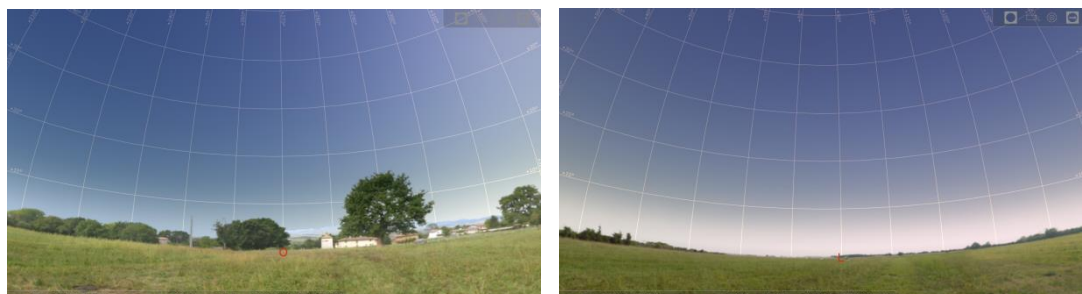


Figura 19 - Imagem de referência para anotar posições. Fonte o Autor, 2016

O procedimento consiste em observar o nascer e pôr do Sol durante um ano inteiro, usando as teclas de atalho você pode acelerar ou voltar no tempo como desejar, e terá que fazer isso várias vezes para realizar todo o procedimento

Para acelerar o tempo utilize os comandos do software, existem comandos para passar o tempo em diversas velocidades, por exemplo, para modificar o horário da visualização em segundos, minutos e horas você pode utilizar as teclas de atalho “J” para voltar o tempo, “K” para parar o tempo e “L” para acelerar o tempo. Já para acelerar um dia completo utilize o botão “J”, Para acelerar uma semana completa utilize o botão “=”, Faça alguns testes antes de iniciar suas anotações.

Observando o nascer e pôr do Sol

Manipulando o software você poderá conhecer a posição do Sol em qualquer dia do ano e em qualquer horário, faça um teste: Observe o nascer e pôr do Sol nas datas relacionadas ao início de cada estação do ano. Compare seus resultados com a teoria apresentada no texto de apoio deste manual

Observando o analema

Com o objetivo de conhecer a variação da posição do Sol durante o ano, escolha um horário para observar e sempre utilize o mesmo, pois desejamos conhecer a posição do Sol em vários dias no mesmo horário. Sugerimos que seja próximo ao nascer ou ao pôr do dia, assim pode ter como referência o horizonte.

Faça o registro da sua observação, pode ser um pontinho na sua imagem, anote também a data correspondente. Avance tempo de seu simulador, uma observação por semana é o suficiente para perceber as variações da posição do Sol, mas você pode escolher o intervalo de tempo que preferir. Utilizando o botão “=” você pode avançar uma semana inteira por vez. Repita o procedimento até que se encerre o ano, ou seja que o Sol volte a mesma posição.

Unindo todos os registros de um ano você terá a formação de um desenho, este desenho é chamado de Analema. Analise a imagem formada e compare seu resultado com a teoria apresentada no texto de apoio deste manual

4.2.2 Orientações para aplicação em sala de aula

Para realizar uma observação real da posição do nascer e pôr do Sol durante um ano completo, precisaríamos de muito tempo disponível, um ano de observações, esse empecilho praticamente impossibilita a atividade no ensino médio. Como alternativa a

este empecilho pode-se fazer o uso de um simulador computacional: o Stellarium versão 0.14.4 [Stellarium 2016],

Os materiais necessários para esta atividade são:

- Stellarium versão 0.14.4, disponível para download em <http://www.stellarium.org/pt/>
- Projetor digital para projetar e demonstrar o software para toda a turma.
- Computadores para uso dos alunos, pelo menos um por equipe.
- Impressão do manual e imagens para anotações dos alunos, disponível no produto educacional, disponível para download no blog <http://fisicanoSol.blogspot.com.br/>
- Cartolina, ou qualquer papel tamanho A2 ou superior
- Quadro negro ou branco para fazer uma composição das observações de todos os alunos

O custo da atividade consiste na impressão dos roteiros e compra do material para realização do cartaz com a observação do ano todo. O professor pode reduzir esse custo fazendo a composição coletiva no quadro.

Para a execução da atividade os alunos podem ser separados por equipes com quantidade de alunos variável, dependendo da disponibilidade de computadores na aula. Essa atividade pode ser realizada no laboratório de informática da escola ou em sala de aula com um computador por equipe. É interessante que o professor tenha um projetor para que mostre o funcionamento do software e os principais comandos necessários para a realização da atividade

Um pequeno roteiro de atividade destinado aos alunos, este está disponível no final deste texto, ele contém uma introdução da aula, alguns procedimentos e os comandos básicos de utilização do software. Junto ao manual duas imagens prontas para serem utilizadas para anotações, a sugestão é que a impressão de cada imagem seja em folha A4, mas se for necessário dividir uma folha para as duas imagens ainda é possível se obter bons resultados.

Neste roteiro os alunos são orientados a realizar uma observação do Sol no nascer e pôr do Sol em horários específicos. É interessante decidir em conjunto com os alunos o horário de observação, assim todos observam nos mesmos horários, pode ser as 8h e as 18h, esses são bons horários de observação. Com a classe dividida em equipes o trabalho se torna mais fácil, cada equipe deve anotar a posição do Sol em vários dias

num período de 2 meses, para isso pode ser feita uma bolinha no mapa para representar a posição do Sol e ao lado anotar a data.

Após a realização de registro, o professor pode propor que todas as equipes produzam uma única imagem, uma composição coletiva, ou seja combinem suas observações, para isso o professor deve fornecer um papel com dimensão grande o suficiente, uma cartolina ou um papel tamanho A2 por exemplo. Uma possibilidade mais em conta é fazer essa composição no quadro negro. Fazendo isso irá surgir no cartaz ou no quadro a imagem de um analema, desenho formado pelo Sol se observado num mesmo horário vários dias do ano.

Outra possibilidade é que cada equipe construa um desenho completo com observações do ano todo, isso pode levar mais tempo, mas pode ser interessante, pois cada equipe apresentaria seu analema para as demais.

Neste momento o professor pode explorar assuntos como, órbita terrestre, inclinação do eixo, estações do ano entre outros tópicos apresentados no texto de apoio desta atividade.

Ao final o professor pode promover uma discussão, onde cada equipe expõe suas conclusões e debatem, o professor deve orientar o debate para que cheguem as respostas esperadas

4.2.3 Atividade 01 B - O caminho do Sol

Esta atividade é uma proposta para o estudo do “caminho” do Sol no céu durante um dia. A atividade é simples, um tanto quanto longa, mas o resultado vale a pena.

- Você precisará de:
- Uma semiesfera de isopor, dessas que compramos em casas de festas ou embalagens.
- Uma búsSola ou um aplicativo simulador de búsSola para celular
- Uma caneta hidrocor, preferencialmente com fundo circular

A esfera de isopor deve ser exposta ao Sol durante um dia inteiro, ou seja, do nascer ao pôr do Sol. Escolha preferencialmente um lugar que tenha incidência Solar durante o dia todo e uma superfície aprumada, utilize o simulador de búsSola para fazer a verificação se o local está no prumo, geralmente os simuladores contam com essa funcionalidade.

Posicione a semiesfera alinhada com a superfície, com a bússola identifique e marque na esfera os pontos norte, sul, leste e oeste. Assim se for preciso mover a esfera por algum motivo, basta alinhá-la novamente e continuar as medidas.

O objetivo desta atividade é fazer marcas na esfera correspondente a posição do Sol em horários distintos, sendo possível conhecer o “caminho” do Sol no céu durante um dia. Os pontos devem ser feitos em intervalos regulares, quanto menor for o intervalo melhor ficará a visualização da trajetória do Sol, sugerimos que este intervalo seja uma hora ou menos.

Para saber a posição do Sol em cada momento, iremos utilizar um artifício, a observação da sombra de um objeto apoiado perpendicularmente a superfície da esfera, o objeto neste caso é uma caneta hidrocor. Você deve colocar essa caneta em vários pontos da esfera, tomando cuidado para que ela permaneça perpendicular à superfície.

Alguns tipos de canetas hidrocor ou canetas para quadro branco tem um fundo circular vazado, utilizar uma caneta dessas pode facilitar a tarefa de deixar a caneta perpendicular à superfície.



Figura 20 - Fundo caneta hidrocor. Fonte o Autor, 2016

Em posições diferentes temos sombras diferentes, é necessário variar a posição da caneta até encontrar uma posição em que a sombra é mínima ou não há nenhuma sombra, isso significa que ela está apontando diretamente para o Sol. Neste momento deve-se retirar a caneta e fazer uma marca na esfera.

Deve-se repetir o procedimento, do início ao fim do dia. O resultado é um grupo de pontos que ao serem ligados formarão a trajetória Solar. Agora você conhece o “caminho” do Sol, no dia e local onde foi realizada a observação. Dependendo da localização geográfica do observador e da época do ano, essa trajetória será diferente.

Anote suas conclusões sobre essa trajetória, compare com a teoria proposta no texto de apoio a esta atividade.

4.2.4 Orientações para aplicação em sala de aula

A atividade pratica em sala de aula, objetiva uma verificação experimental da trajetória do Sol, fazendo com que o aprendizado seja significativo, com o observação e registro da posição do Sol durante várias horas do dia, com objetivo de conhecer o “caminho” do Sol no céu durante um dia.

Os materiais necessários para esta atividade são:

- Roteiro impresso.
- Três esferas de isopor com 50cm de diâmetro, sendo o custo aproximado de cada esfera R\$ 60,00. Cada equipe utiliza meia esfera. Pode ser substituída por uma de 30cm, custo aproximado de R\$ 6,00 cada, acarretando em uma dificuldade um pouco maior na realização das anotações.
- BusSola, podendo ser utilizado simuladores de búsSola presente em aplicativos para celular.
- Caneta com fundo redondo. Caneta para quadro branco ou caneta hidrocor são geralmente eficientes

A turma deve ser dividida em equipes com quantidade variável de alunos dependendo da disponibilidade de materiais. O trabalho em equipe irá facilitar a coleta de dados e também as discussões que precisam ser realizadas para chegar as conclusões esperadas.

A motivação da aula pode se dar por algumas perguntas como:

Qual o caminho do Sol no céu? Como determinar esse caminho? Em algum momento do dia a nossa sombra é nula?

É interessante que o professor discuta com os alunos, identificando os conhecimentos prévios, para que possa orientar a atividade e as discussões.

Um roteiro da atividade deve ser entregue aos alunos para que ali eles façam seus registros, este manual está disponível ao final do texto. Ele conta com a descrição dos procedimentos e cuidados a se tomar. Além de questões que juntamente com o professor devem ser discutidas.

O tempo de execução é uma das dificuldades de realização da atividade pois depende de uma disponibilidade de um dia inteiro.

Propõe-se aqui algumas opções

1 - Realizar a atividade em parceria com outros professores, para que alguns alunos possam sair de suas aulas, realizar a medida a cada uma hora.

2 - Orientar os alunos, fornecendo o roteiro e materiais para que os alunos façam a atividade em casa.

Em ambas as opções é importante que os alunos sejam bem orientados, principalmente alertados aos riscos de se olhar diretamente para o Sol sem proteção.

Na aula seguinte a coleta de dados os alunos devem concluir a atividade discutindo com sua equipe e respondendo as indagações finais do roteiro: Como e porque acreditam que aquele desenho foi formado? Porque o Sol não passou pelo topo da esfera? A trajetória do Sol era esperada? A resolução dessas questões pode ser feita em equipe ou individualmente, sugerimos que seja feita em equipe e depois apresentada com toda a sala.

Fazendo uma discussão final sobre o “caminho” do Sol no céu. Questões como a formação de sombra, posição do observador, latitude e estações do ano podem ser exploradas analisando os resultados do experimento.

5. Atividade 2 – Energia irradiada pelo Sol

Para se conhecer a quantidade de energia que chega até a superfície terrestre existem várias técnicas possíveis, essa atividade pretende propor uma técnica, utilizando materiais baratos e de fácil acesso. Utilizando alguns conceitos físicos importantes bastante consagrados pela Física atual. Como a definição de calor, calor específico, transporte de energia, intensidade luminosa e potência.

Primeiramente serão apresentados alguns conceitos teóricos importantes para introduzir a atividade, em seguida a descrição da atividade e orientações metodológicas

5.1 Textos de apoio a atividade – Energia irradiada pelo Sol

A discussão sobre o que é energia tem tomado tempo dos físicos desde que se conhece a sua existência, defini-la se mostra uma tarefa muito difícil. Muito mais fácil é perceber os mais diversos tipos de energia e verificar suas transformações. Inegavelmente o Sol transfere energia para a Terra, essa energia é transportada em ondas eletromagnéticas das mais diversas frequências, conferimos a sua existência ao ver a luz do Sol, ao sentirmos o calor transmitido para nossa pele e ao verificarmos a fotossíntese das plantas.

O homem já consegue inclusive transformar a energia Solar em outras formas de energia, seja em uma cisterna aquecida pela luz Solar ou na produção de energia elétrica com placas fotovoltaicas. Sabemos inclusive que a quantidade de energia recebida pela Terra é muito grande. Sendo a energia total emitida pelo Sol é estimada em $4 \cdot 10^{26} \text{ watts}$, ou seja cerca de $4 \cdot 10^{26} \text{ J/s}$ ou $9,6 \cdot 10^{25} \text{ cal/s}$, sabendo que $1 \text{ cal} = 4,16 \text{ J}$.

O Sol emite radiação em todas as direções, A Terra recebe apenas os raios que estão na nossa direção, e ainda uma certa quantidade é atenuada pela atmosfera.

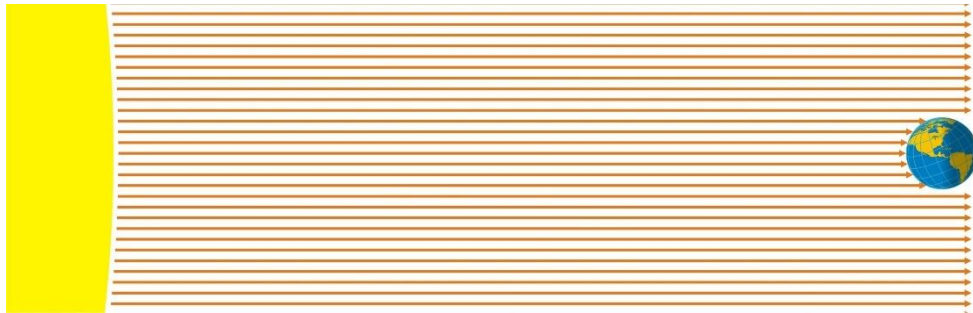


Figura 21 - Porção de raios Solares que atingem a Terra , fora de escala. . Fonte o Autor, 2016

5.1.1 Calor e calor específico

A termodinâmica é fundamentada nos conceitos de calor, temperatura e entropia. Numa visão macroscópica de fenômenos que acontecem microscopicamente, a termodinâmica estuda sistemas com quantidade numerosa de moléculas. Ela não se preocupa com a estrutura interna e molecular da substancia, consegue obter resultados sem ter que detalhar o que ocorre com cada partícula. Inclusive historicamente ela se constrói antes de conhecermos com profundidade a estrutura interna da matéria.

Se desenvolveu com notoriedade juntamente a revolução industrial, onde a máquina a vapor toma conta do cenário produtivo e tem papel fundamental nas profundas transformações que ocorreram nos processos de produção, antes artesanais e domésticos, agora industriais.

O calor enquanto era sendo transformado em trabalho nas máquinas térmicas era também estudado em laboratórios, foi a considerado uma substancia chamada calórico, uma substancia com massa que fluía de um corpo ao outro, do mais quente para o mais frio. Mas a teoria do calórico não explicava por que ao atritar dois corpos conseguimos gerar calor. Experiências precisas mostram que ao receber ou doar calor,

um corpo não variava sua massa, então o calórico não poderia ter massa. [Andrade 2002].

Outra teoria foi ganhando espaço, o calor teria relação com um movimento vibratório das partículas da substância, defendida por Francis Bacon, Robert Hooke e Newton. Rumford impressionado com a quantidade de calor gerada na perfuração do bronze, chegou a dizer que a fonte de calor parece inesgotável e conclui que o calor não pode ser uma substância, mas sim um movimento vibratório entre as partículas do corpo. [Nussenzveig 2002].

Já eram conhecidas as máquinas a vapor, que faziam claramente uma transformação de calor em trabalho. Em 1842 Julius Robert Mayer enunciou um princípio de conservação de energia, dizendo que a energia pode ser transformada e tomar outras formas, mas nunca destruída, e concluiu: se calor poderia ser transformado em trabalho, energia cinética e energia potencial, então calor é uma forma de energia.

O calor seria medido em uma unidade chamada Caloria e seria preciso encontrar uma taxa de conversão de calor em energia. Joule em 1847 realizou um dos primeiros experimentos confiáveis para encontrar o equivalente mecânico do calor, e estabeleceu que 1 caloria é equivalente a 4,18J. A unidade caloria ainda é muito utilizada, principalmente quando se fala em alimentação.

A caloria foi definida como a quantidade de calor, para elevar a temperatura de 1g de água de 14,5°C para 15,5°C. A quantidade de calor para elevar 1g de qualquer material em 1° é conhecida como calor específico, ou seja, o calor específico da água é 1cal/g°C

O calor necessário para variar a temperatura de uma certa quantidade de uma substância pode ser calculado pela equação:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Onde: **Q** = calor absorvido ou emitido. **m** = massa da substância

c = calor específico do material, **ΔT**= Variação de temperatura.

O calor específico é variável, depende das condições de temperatura e pressão, mas para pequenas variações o calor específico varia pouco. O calor específico da água, por exemplo, no intervalo de 14,5°C a 15,5°C é igual a 1 cal/g°C, e no intervalo de 0°C a 1° é igual a 1,008 cal/g°C.

A capacidade térmica de um determinado corpo depende da sua massa e calor específico é medida em cal/°C. Consiste na quantidade de calor necessário para variar 1° de certo corpo ou substancia.

$$C = m \cdot c$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T = C \cdot \Delta T$$

5.1.2 Condução de calor - Convecção

A convecção ocorre em fluidos e gases. A variação de temperatura provoca mudanças na densidade do fluido, isso porque o aquecido o fluido tende a aumentar de volume e consequentemente diminuir sua densidade, o que faz com que ele entre em ascensão e o fluido mais frio, portanto mais denso, vai para baixo, até que também esquite o suficiente para variar sua densidade, formando assim um ciclo de convecção.

Uma panela aquecendo água é um bom exemplo de como ocorre a convecção. A água aquece no fundo da panela e sobe para a superfície, a água fria desce para o fundo.

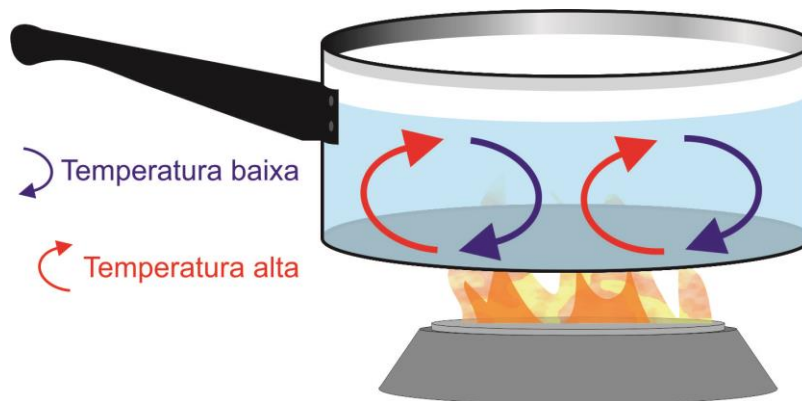


Figura 22 - Água aquecendo em uma panela, convecção de calor pela circulação de água quente e fria. . Fonte o Autor, 2016

4.5.3 Condução de calor - Condução

Ocorre quando dois corpos com temperaturas diferentes estão em contato. O calor é transferido do corpo de temperatura mais alta para o de temperatura mais baixa.

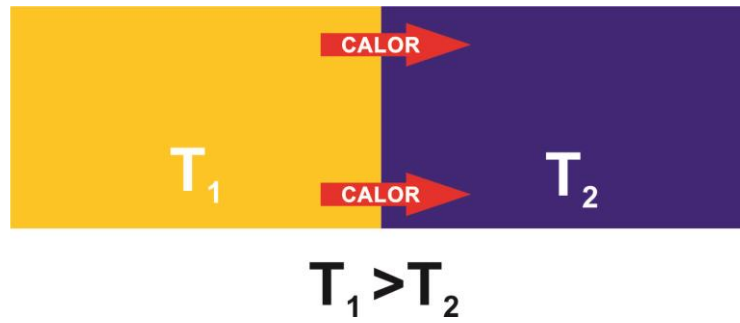


Figura 23 – Contato, transferência de calor do corpo de maior temperatura o corpo de menor temperatura. Fonte: o autor

Essa transferência é encerrada quando o equilíbrio térmico é atingido, ou seja, quando os dois corpos estão a uma mesma temperatura, e a velocidade para atingir esse equilíbrio depende da condutividade térmica dos materiais.

Todos os materiais, bons ou maus condutores, tem um determinado coeficiente de condutividade térmica **k**, quanto maior esse valor, melhor condutor é o material. A condutividade térmica pode ser obtida pela seguinte relação

$$\frac{dQ}{dt} = k \cdot A \cdot \frac{dT}{dx}$$

Sendo: Q = calor, t = tempo, T = temperatura,

A = área superfície que transmite o calor, x = espessura ou comprimento do material

Coeficiente de condutividade térmica é uma característica própria do material. Corresponde à quantidade de calor, transferida num segundo, através de 1m² de superfície, a uma diferença de temperatura de 1°C.

4.5.4 Condução de calor - Radiação

A transferência de calor que se dá pela irradiação de ondas eletromagnéticas, que viajam no espaço com a velocidade da luz. O calor é emitido em forma de onda eletromagnética e absorvido por outro transformando a energia transportada pela onda novamente em calor.

O Sol é um exemplo de fonte de calor, e sua energia é transmitida por ondas eletromagnéticas, que chegam a superfície da Terra em uma infinidade de comprimentos de onda.

Uma onda eletromagnética é uma associação de um campo magnético e o um campo elétrico variável no tempo e no espaço, um induzindo reciprocamente o outro. Perpendiculares entre si e a direção de propagação da onda.

Todas as ondas, independentemente da frequência se propagam no vácuo com velocidade c .

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$$

Onde μ_0 é a permeabilidade magnética no vácuo e ϵ_0 é a permissividade elétrica no vácuo

As ondas transportam energia, que podem ser absorvidas por outro corpo, uma certa quantidade de água por exemplo ao ficar exposta ao Sol irá absorver a energia em forma de calor. A quantidade de energia transportada por segundo, por unidade de área pode ser chamada de intensidade (I).

A intensidade varia com a distância da fonte, e pode variar de forma irregular dependendo das características da fonte emissora. Para uma fonte pontual e uniforme, podemos considerar que a intensidade varia uniformemente com a distância.

O Sol por exemplo pode ser considerado uma fonte uniforme que emite ondas eletromagnéticas esfericamente em todas as direções

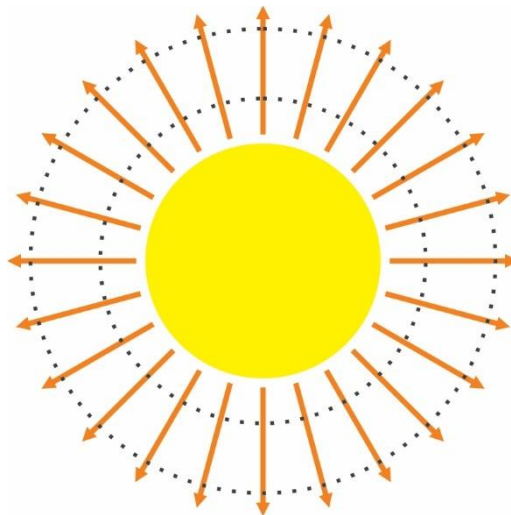


Figura 24 – Superfície esférica centrada na fonte. .Fonte o Autor, 2016

Supondo que a energia é conservada em todas as direções, então ela se distribui uniformemente pela superfície esférica centrada no Sol com raio R

$$I = \frac{\text{Potência}}{\text{área}}$$

Para saber a intensidade emitida pelo Sol a uma certa distância, temos que dividir a potência total emitida pelo Sol pela área de uma esfera com raio (R) igual a distância desejada.

$$I = \frac{\text{Potência total emitida pelo Sol}}{4 \pi R^2}$$

Intensidade da onda eletromagnética diminui com o quadrado da distância a fonte emissora, neste caso o Sol.

Considerando o Sol como uma fonte pontual e uniforme, podemos dizer que essa intensidade é igual em todos os pontos dessa esfera. Com o conhecimento sobre a absorção de calor, calor específico e alguns conhecimentos básicos de geometria podemos determinar a intensidade experimentalmente. E então multiplicando essa intensidade pela área total da esfera, determinamos a potência, ou seja, a energia emitida por unidade de tempo, total emitida pelo Sol.

5.2 Atividade prática

Com este procedimento experimental é possível determinar a quantidade de energia emitida pelo Sol por segundo, ou seja, sua potência total. Este procedimento foi planejado para ser executado em uma sala de aula no ensino médio e utiliza materiais baratos e de fácil acesso.

Os materiais necessários são:

- Uma lata de refrigerante,
- Spray preto fosco
- Um termômetro
- Um béquer ou recipiente graduado para medir volumes líquidos
- Cronometro

Sugerimos que a lata seja pintada de preto fosco para que reflita o mínimo possível da luz Solar. Outra maneira de fazer isso é aproximar a chama de uma vela por toda a superfície da lata ela ficará enegrecida.

Procedimentos para coleta de dados:

- Colocar um volume conhecido de água na lata. Lembrando que a densidade da água é 1g/ml. Então é fácil saber a massa da água sem precisar necessariamente de uma balança.
- Medir a temperatura inicial da água
- Expor a lata ao luz Solar por tempo determinado. Tomando cuidado para que uma lateral da lata seja completamente iluminada, formando uma sombra retangular.
- Após a exposição, medir a temperatura da água.

A temperatura a água irá variar conforme a quantidade de energia absorvida, para calcular a energia absorvida pela lata, utilizamos a equação:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Onde Q = energia absorvida pela lata em forma de calor

m = massa da água

c = calor específico da água 1cal/g°C

$\Delta T = (T_f - T_i)$ = Variação de temperatura.

Agora sabemos o calor absorvido pela área da lata por um determinado tempo. Usando a massa em gramas, o calor específico da água em cal/g°C, teremos um resultado em unidades de caloria, para obter esse resultado em Joules basta transformar as unidades

$$1 \text{ cal} = 4,16 \text{ J}$$

Podemos calcular a potência absorvida pela lata, ou seja, a energia absorvida por segundo. Dividindo a quantidade de calorias ou joules pelo tempo de exposição

$$\text{Potência absorvida pela lata} = \frac{Q}{\text{tempo}}$$

Utilizando a unidade caloria, obteremos a potência em unidades de cal/s

Utilizando a unidade Joule, obteremos a potência em unidades de J/s ou W

E ainda podemos calcular a energia recebida pela lata por cm^2

$$I = \frac{\text{Potência}}{\text{área}}$$

Lembrando que apenas uma lateral da área da lata recebeu a luz do Sol, e que esses raios são paralelos, sendo assim a área utilizada será da secção transversal da lata e não a área circular. Essa área pode ser aproximada a área de um retângulo de lado igual ao diâmetro da lata e altura igual a altura da lata.

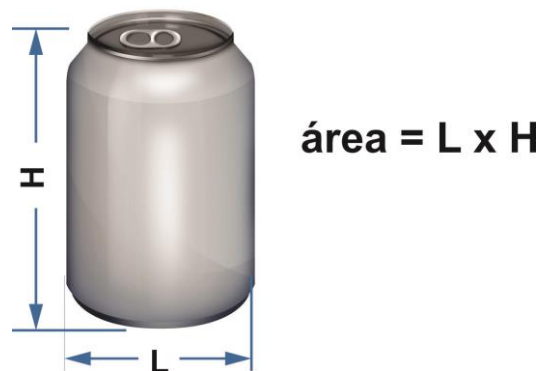


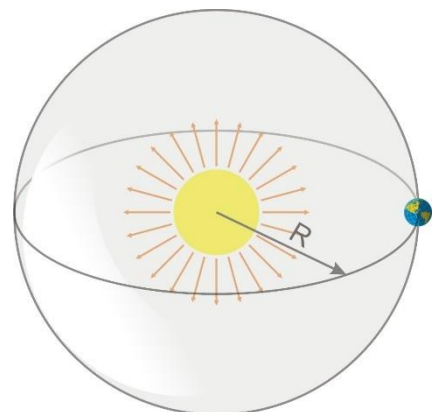
Figura 25 - Cálculo da área que recebeu os raios Solares

Fazendo o cálculo da intensidade, encontramos a quantidade de energia Solar recebida por segundo por centímetro quadrado!

Agora podemos fazer uma estimativa da energia total emitida pelo Sol, desconsiderando a quantidade absorvida pela atmosfera.

Considerando o Sol como uma fonte pontual de energia, a emissão é esférica, portanto podemos dizer que a lata recebeu a mesma intensidade que qualquer ponto de uma esfera imaginária com raio igual a distância da Terra ao Sol. Portanto pode-se calcular a potência total emitida a partir da equação:

$$I \cdot A = P$$



A área na equação é área superficial de uma esfera com raio igual a distância da Terra ao Sol, ou seja, uma unidade astronômica ou $149\,597\,870\,700\,m$

$$\text{Área superficial da esfera} = 4 \pi R^2$$

Logo

$$P = 4 \pi R^2 \cdot I$$

Assim obteremos a quantidade total de calor emitida pelo Sol por segundo!

5.2.1 Orientações para aplicação em sala de aula

Esta aula tem objetivo de demonstrar como é possível medir a energia de um objeto muito distante da Terra a partir de conhecimentos sobre transferência de calor e irradiação esférica de energia. Discutindo as ferramentas que a Astronomia utiliza para estudar objetos tão distantes.

Para essa atividade os alunos devem ser divididos em equipes onde irão discutir e realizar os procedimentos.

Uma breve explicação do objetivo da aula deve ser feita no início e então Solicitado aos alunos que proponham hipóteses para fazer a medida da quantidade de energia irradiada pelo Sol

Depois dessa discussão um roteiro experimental que deve ser entregue aos alunos no início da aula, ele traz uma introdução ao assunto, perguntas e procedimentos para orientar o aluno na realização da atividade.

No primeiro momento são lançadas perguntas para que os alunos discutam em equipe e relembrem o que é calor, calor específico, e solicita aos alunos que calculem a energia absorvida por um corpo que variou de temperatura.

Essas perguntas tem o objetivo de criar um organizador prévio, fazer com que o aluno busque em sua estrutura cognitiva os conceitos necessários para realizar e compreender a atividade. Nesse momento é importante que os alunos discutam com orientação do professor para chegar a resposta correta, sem que o docente apresente diretamente os conceitos prontos.

Como as questões respondidas e compreendidas. O professor deve distribuir os materiais e propor aos alunos que façam a medida da quantidade de energia emitida pelo Sol utilizando apenas esses materiais.

É interessante que a lata de refrigerante já esteja preparada, na cor preta e com pintura fosca. Trazer a lata pintada para a sala de aula pode acarretar em um trabalho para o professor mas diminui bastante o tempo necessário para a realização da atividade. Outra possibilidade é Solicitar que os alunos tragam uma lata pintada de casa. Pintar a lata em sala de aula não é aconselhável, pois levaria um tempo grande para a pintura e secagem.

O procedimento é dividido em duas partes: coleta de dados na figura 26 e tratamento dos dados na figura 27

COLETA DE DADOS

1. O primeiro passo é pintar a lata na cor preto fosco. Você consegue explicar qual o motivo desse procedimento?
2. Preencha a lata com uma quantidade de água determinada.
3. Utilize o termômetro para medir a temperatura da água. Essa é a temperatura inicial!
4. Logo depois exponha a lata ao sol, deixando que os raios solares atinjam a lateral da lata (como na figura 3, perceba que a sombra da lata formará um retângulo) durante alguns minutos (3 a 5), utilize um cronometro para controlar o tempo de exposição, pode ser o cronometro do seu celular. Posiciona a lata de forma que a luz solar atinja toda a lateral da lata, para isso basta verificar a sombra da lata deve parecer um retângulo.



Figura 4 - Lata recebendo luz solar

5. Gire a lata durante o processo para que o aquecimento seja homogêneo
6. Depois de alguns minutos, utilize novamente o termômetro para medir a temperatura final.
7. Lembre-se que o termômetro deve entrar em equilíbrio térmico com a água.

Anote os dados importantes coletados:

Figura 26 - Recorte do roteiro: coleta de dados. Fonte: o autor, 2015

Após a coleta de dados, os alunos voltam a sala ou laboratório e continuam os procedimentos. O roteiro agora sugere que os alunos façam alguns cálculos e discutam os resultados encontrados, ou seja realizem o tratamento dos dados.

TRATAMENTO DOS DADOS

1. Agora que já colheu alguns dados, calcule a quantidade de calor absorvida pela lata!
2. Esse é o calor transferido pelo Sol para uma lateral de nossa lata no tempo total em que ela foi exposta. Calcule a quantidade de calor a lata recebeu por segundo.
3. E cada centímetro quadrado da lata recebeu quanto calor por segundo?
4. Esse é o calor total emitido pelo Sol por segundo? Discuta com a equipe e explique suas conclusões!
5. Esse é o calor total recebido pela Terra? Discuta com a equipe e explique suas conclusões!

Figura 27 Tratamento dos dados. Fonte: o autor, 2016

Neste momento é importante orientar os alunos, pois iram surgir muitas dúvidas. Principalmente na questão 3 do roteiro, é interessante discutir expositivamente qual é área da lata que deve ser utilizada. A lata foi iluminada em uma lateral, recebendo raios paralelos, portanto podemos fazer uma aproximação e dizer que a área que recebeu os raios Solares corresponde a área será secção reta da lata, um retângulo, com base igual ao diâmetro da lata e altura no tamanho da altura da lata.

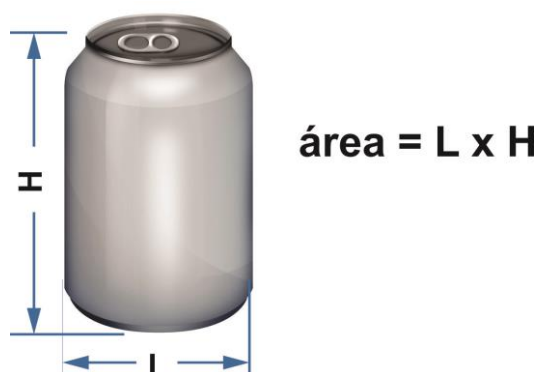


Figura 28 - Cálculo da área da secção transversal da lata. Fonte: o autor, 2016

A partir deste momento deve-se discutir os seguintes pontos:

- Esse é o calor total emitido pelo Sol por segundo?
- Esse é o calor total recebido pela Terra por segundo?

É esperado que os alunos percebam que, não foi o calor total absorvido pela Terra e muito menos o calor total emitido pelo Sol.

A partir desse momento chegamos ao momento desafio do roteiro, onde o aluno deve ser desafiado a calcular o calor total emitido pelo Sol por segundo. O texto introdutório tem a função de lembrar esses conhecimentos, além de dar o caminho para a resolução, onde o aluno deve multiplicar a energia calculada por cm^2/s pela área superficial de uma esfera com raio igual a distância do Sol a Terra, fazendo as devidas transformações para garantir que esteja utilizando unidades corretas.

Mas a resposta para o desafio não deve ser exposta pelo professor, os alunos devem ler e propor uma maneira de calcular a energia total emitida. Essa atividade exige abstração, alguns alunos chegaram a resposta com facilidade e outros terão muita dificuldade. Assim que um aluno conseguir propor uma maneira de realizar o cálculo, é interessante convidá-lo a expor suas ideias para os outros alunos.

Com essa atividade não se pretende discutir se o valor encontrado foi aproximado ao teórico, apenas discutir a utilização da Física como ferramenta da astronomia. Mas nada impede que seja feita essa comparação.

6. Atividade 3 – Medindo o tamanho do SOL

O objetivo desta atividade é mais uma vez discutir as ferramentas da astronomia. Como a Astronomia pode obter o tamanho de objetos tão distantes? A atividade experimental desta aula tem o objetivo de demonstrar a possibilidade de medir objetos muito distantes. O Sol mesmo a 150000000 milhões de quilômetros pode ser dimensionado com o uso de vários métodos.

Esta atividade propõe uma técnica simples, que pode ser executada tanto em sala de aula como por alguém interessado em Astronomia em sua casa. Usando a projeção do Sol em uma câmera pinhole, também chamada de câmera escura e relações geométricas simples podemos calcular o tamanho do Sol.

6.1 Propagação retilínea e a câmera escura

A ótica geométrica estuda a luz e seus fenômenos, utilizando uma aproximação, válida nas situações onde o comprimento de onda é muito menor do que as dimensões envolvidas no fenômeno observado, por exemplo quando observamos a luz visível do

Sol projetando a sombra de uma pessoa. A luz visível tem comprimento de onda que varia de 450 nm a 700 nm , ou seja, é muito menor do que o tamanho de uma pessoa.

A propagação retilínea da luz é um dos princípios da ótica geométrica. Em um meio homogêneo podemos dizer que a luz se propaga de forma retilínea. Podemos verificar essas características nas sombras produzidas por objetos iluminados por uma fonte pontual, ou uma fonte tão distante que possa ser considerada pontual.

A propagação retilínea também pode ser verificada na formação de imagens em câmeras escuras, as quais são compostas por um pequeno orifício por onde a luz pode passar e um anteparo onde a imagem de um objeto deve se formar. Esse tipo de câmera também chamadas de “pinhole” (furo de alfinete), foram as primeiras câmeras fotográficas construídas.

Na figura 29 é possível visualizar a imagem de uma árvore sendo projetada internamente em uma câmera escura, desenhando os raios principais que são refletidos pela árvore em direção ao orifício, podemos verificar que a imagem se forma invertida.

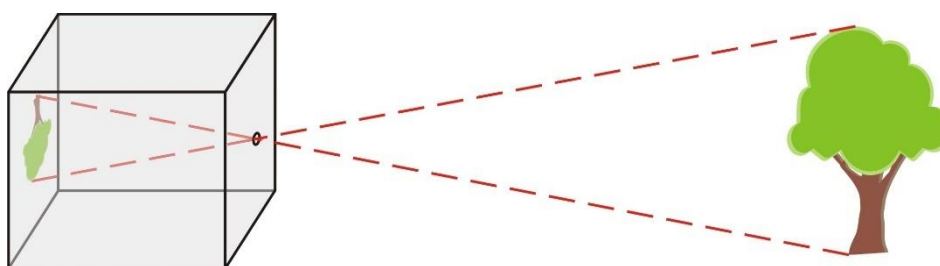


Figura 29 - Formação da imagem em uma câmera escura. . Fonte o Autor, 2016

As retas que representam os raios principais se cruzam formando dois triângulos semelhantes, pois ambos possuem os mesmos ângulos internos, podemos verificar a semelhança quando sobrepomos os triângulos.

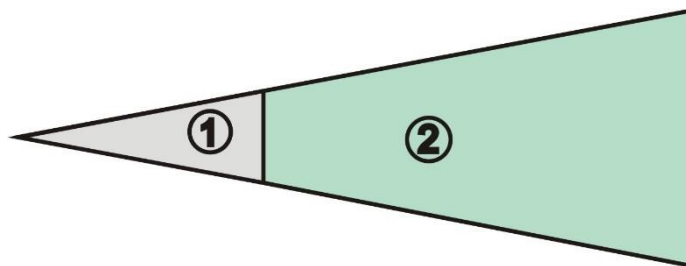


Figura 30 - Sobreposição de triângulos, enfatizando a semelhança. Fonte: o autor, 2016.

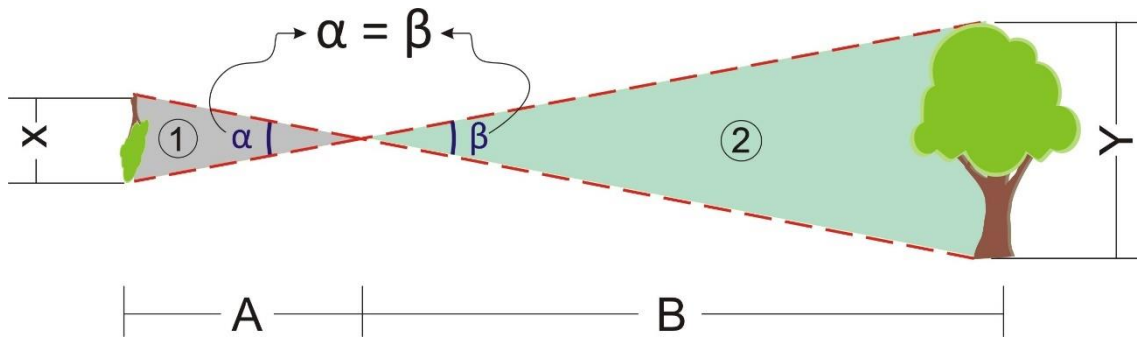


Figura 31 - Triângulos formados pelos raios principais. Fonte: o autor, 2016

Sendo semelhantes, os triângulos são também proporcionais, portanto é possível estabelecer uma relação entre as dimensões do triângulo.

$$\frac{X}{A} = \frac{Y}{B}$$

Assim conhecendo três dessas medidas é possível determinar a quarta medida. Com isso uma câmera escura pode ser utilizada para “medir” objetos, sabendo a distância da câmera até o objeto (B), a profundidade da câmera (A) e a altura da imagem formada (X), podemos obter a dimensão do objeto.

Fazendo

$$X = \frac{Y}{B} \cdot A$$

Percebemos que quanto maior for a profundidade da câmera (A) maior será a altura da imagem (X). Quanto mais distante o objeto estiver da câmera, menor será a imagem. Por tanto quanto maior se desejar a imagem de um objeto distante como o Sol, maior deve a profundidade da câmera utilizada.

6.2 Atividade prática.

Essa atividade propõe um método simples e barato para realizar esta medida. O método utilizado é a projeção por “pinhole”, ou também conhecido como câmera

escura. Para isso é necessário construir uma câmera Solar, ou seja, uma câmera escura para observar o Sol. Para realizar essa montagem sugerimos duas opções

1ª montagem.

Materiais

- Folha de cartolina ou papel cartão
- Papel alumínio
- Papel milimetrado (disponível para impressão em <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAenjUAK/papel-milimetrado>)
- Material pontiagudo, para furar o alumínio

Consiste em uma folha de cartolina ou papel cartão enrolada formando um cilindro, uma das extremidades do cilindro deve ser coberta com papel milimetrado voltado para dentro. O lado oposto deve ser coberto com papel alumínio, e nele deve ser feito um orifício bem pequeno, como na figura 32. Faça também uma abertura retangular na lateral do cilindro para que possa observar a projeção do Sol dentro da sua câmera.

Caso o papel milimetrado seja um pouco transparente, talvez seja necessário colar um pedaço de papel opaco no fundo da câmera, assim a imagem ficará mais evidente.

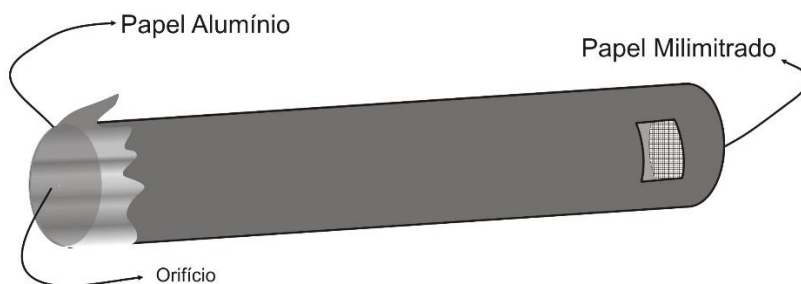


Figura 32 - Montagem câmera Solar de papel. . Fonte o Autor, 2016

2ª montagem

Materiais

- Cano de PVC (100 mm de diâmetro). Com qualquer comprimento, lembrando que quanto maior o comprimento maior será o tamanho da imagem.
- Tampas de PVC

Esta montagem facilita a visualização da imagem pois o cano de PVC é rígido, mas a preparação das peças pode ser um pouco mais trabalhosa.

- Agulha ou clipe de papel
- Serra de cano para cortar a lateral

Uma das tampas deve ser furada com a agulha ou um clipe de papel, esse furo deve ser o menor possível, pode ser feito com uma agulha aquecida. Para a outra tampa deve ser preparado um círculo de papel milimetrado e fixado no interior da tampa.

Um retângulo deve ser recortado na lateral do cano, próximo a tampa que contém o papel milimetrado. Com todas as peças preparadas, basta encaixa-las, não é preciso colar, facilitando modificações.



Figura 33 - Montagem da câmera Solar de PVC . Fonte o Autor, 2016

O próximo passo é realizar a observação, você precisa de um dia de tempo aberto, ou seja, que o Sol esteja visível no céu.

A câmera Solar deve ser direcionada de forma que o lado furado esteja voltado para o Sol, a luz irá passar pelo orifício e formar uma imagem, para observá-la é necessário olhar pelo corte lateral. O papel milimetrado vai ajudar a fazer a medida do tamanho da imagem.

Para obter a imagem é necessário que a câmera esteja perfeitamente direcionada ao Sol, para isso observe o formato de sua sombra. A câmera estará alinhada quando sua sombra formar um círculo.

Recomenda-se que a imagem seja registrada em uma fotografia, que pode ser feita com celular, pois o movimento de quem segura a câmera pode atrapalhar a medida.

A próxima etapa será, a partir do tamanho da imagem, calcular o tamanho do Sol, Para isso utilizamos os conhecimentos sobre câmeras escuras e semelhança de triângulos, aplicando a seguinte equação:

$$\frac{X}{A} = \frac{Y}{B}$$

Y = tamanho do objeto (m) - tamanho do Sol

X = tamanho da imagem (m) - Tamanho da imagem no fundo da câmera

B = distância objeto a câmera (m) - Distancia da Terra ao Sol - $1,499 \cdot 10^8 km$

A = distância entre o orifício e a parede oposta, ou seja, o anteparo (m) - tamanho da câmera

É preciso ter atenção com as unidades, utilize todas as medidas em metro!

Fazendo as devidas transformações de unidade, você obterá o diâmetro Solar.

Compare o diâmetro encontrado por você com o diâmetro conhecido hoje pela ciência.

Você pode inclusive calcular o erro porcentual da sua medida utilizando a seguinte relação:

$$E\% = \frac{\text{Valor teórico} - \text{Valor medido}}{\text{valor teórico}} * 100$$

6.2.1 Orientações para aplicação em sala de aula

No início da aula o professor deve introduzir uma discussão sobre o tema: É possível medir o Sol? Deixar que os alunos elaborem hipóteses e se expressem dizendo o que sabem sobre o assunto.

A turma deve ser dividida em equipes com número variável de alunos, dependendo da quantidade de material disponível. Um roteiro da atividade está disponível em anexo no final deste texto, este deve ser entregue aos alunos.

No roteiro, há uma pequena introdução ao assunto e uma descrição do que é uma câmera escura, como a imagem se forma, as relações de semelhança de triângulo que são utilizadas para determinar o tamanho de um objeto a partir da projeção de sua imagem. O professor deve acompanhar os alunos em suas equipes e se perceber que surgiram muitas dúvidas pode discutir esses assuntos expositivamente para facilitar o entendimento.

A primeira parte do roteiro tem objetivo de desenvolver organizadores prévios para a atividade principal: montar uma câmera Solar e medir o tamanho do Sol.

Os alunos são convidados a construírem uma câmera escura, utilizando papel cartão, papel alumínio e papel vegetal. Um molde pronto para recortar no papel cartão também está disponível no roteiro que descreve a montagem (figura 34) e

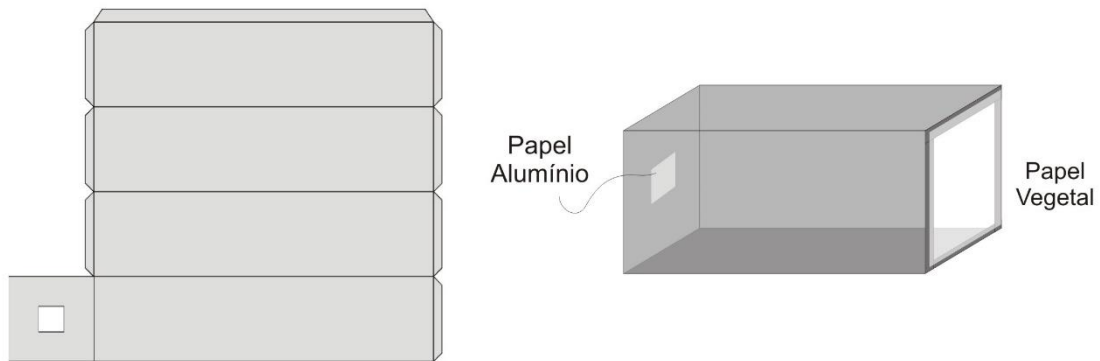


Figura 34- Molde e montagem da câmera escura . Fonte o Autor, 2016

procedimentos da primeira pratica: Medir objetos com câmera escura.

O objeto que será observado pode ser uma lâmpada, uma vela, ou qualquer objeto luminoso.

Sugestão para construção do objeto: Uma lâmpada instalada em um pedaço pequeno de madeira de 15x15 cm, a fiação para ligação deve ser grande cerca de 2 metros para facilitar a utilização.



Figura 35 - Montagem do objeto. Fonte o Autor, 2016

Um pequeno sulco foi feito na parte traseira da placa de madeira, para melhor encaixar o fio, durante a utilização.

A embalagem da lâmpada é uma caixa com as dimensões perfeitas para cobrir a lâmpada, nela pode ser recortado um desenho pelos próprios alunos, assim a luz passará apenas pela silhueta do desenho, fazendo com que o objeto seja o próprio desenho feito na embalagem. Se a lâmpada utilizada for incandescente, deve-se tomar cuidado com o aquecimento. Para que a imagem fique uniforme cole um pedaço de papel vegetal em frente ao recorte, como na figura abaixo.



Figura 36 - Exemplo de recorte na caixa da lâmpada.. Fonte o Autor, 2016

Procedimento:

A câmera deve ser posicionada em frente ao objeto, de forma que o lado com papel alumínio, fique voltado para o objeto, assim formando uma imagem no papel vegetal no fundo da câmera. Geralmente é interessante apagar as luzes da sala de aula, e deixar apenas os objetos iluminados.

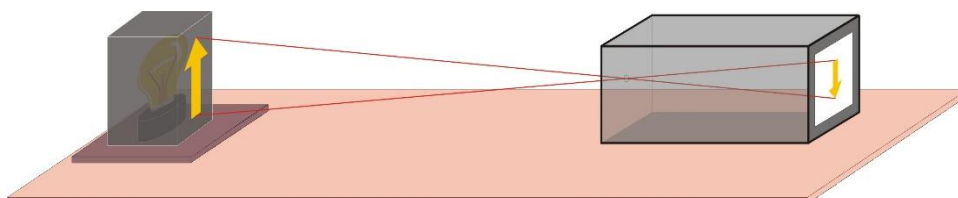


Figura 37 - Montagem para projeção. . Fonte o Autor, 2016

Depois da montagem, o professor deve incentivar os alunos a variar a posição da câmera observando e registrando seus resultados para depois expor para a turma como um todo.

O roteiro propõe que os alunos testem a câmera utilizando a relação de triângulos semelhantes, medindo indiretamente o tamanho do objeto e depois comparando com a medida direta do tamanho do objeto.

Todo esse procedimento é um organizador prévio para a próxima atividade onde os alunos iram construir uma câmera Solar, uma câmera escura própria para observação Solar.

Montagem da câmera Solar

Existem duas opções de montagem, o professor deve escolher uma das montagens, levando em consideração que a 1ª montagem utiliza materiais como cartolina, papel alumínio e o papel milimetrado por tanto é mais barata. A 2ª montagem utiliza canos de PVC, portanto um pouco mais cara, mas é mais atrativa e fácil de manusear.

É interessante que cada equipe monte sua câmera Solar com um tamanho diferente assim, ao final das aulas podem comparar resultados.

Com a câmera devidamente montada, o próximo passo é realizar a observação. É importante orientar os alunos para não olharem diretamente para o Sol, citando os possíveis danos a visão.

Após realizar a observação e obter o tamanho da imagem, o aluno deve desenhar os raios Solares que formaram a imagem, fazendo assim perceber que esta formação de imagem é análoga à vista anteriormente no procedimento da câmera escura

A próxima etapa é calcular o tamanho do Sol, neste momento é provável que os alunos já tenham uma ideia de como fazer isso, utilizando a mesma relação geométrica de semelhança de triângulos.

É importante orientar os alunos que façam as devidas transformações de unidades, pois a medida da câmara e da imagem serão feitas em centímetros enquanto a medida da distância da Terra ao Sol é fornecida em quilômetros.

Assim que todas as equipes realizarem os cálculos, pode se fazer uma tabela no quadro para que eles anotem seus resultados para comparar os resultados, atentar para o fato de que cada câmera Solar foi construída com um comprimento e gerou também uma imagem com tamanho diferente, mas o resultado não é muito diferente entre as

equipes

Muito provavelmente os alunos encontraram tamanhos próximos, mas diferentes para o Sol, é interessante indagar os alunos, para qual equipe teria feito a medida mais aproximada, e pedir para que eles pesquisem qual o valor teórico do diâmetro Solar aceito hoje. É interessante calcular o erro percentual das medidas.

Utilizando a equação:

$$E\% = \frac{\text{Valor teórico} - \text{Valor medido}}{\text{valor teórico}} * 100$$

Com o valor do erro percentual de cada equipe, é possível discutir porque houve erro, que modificações no experimento poderiam ser realizadas para diminuir o erro.

Como conclusão da aula é possível discutir outras maneiras de medir o Sol, além de outras técnicas para determinar outras características como a espectroscopia e etc.

7 Roteiros de atividade para alunos

Nesta seção serão apresentados os roteiros de atividades que auxiliam os alunos durante as aulas, o professor que o utilizará pode alterá-lo como achar necessário. Os roteiros seguem numeração própria de imagens e formatação diferenciada do restante do texto pois são direcionados aos alunos. Os links para download dos roteiros estarão disponíveis em fisicanoSol.blogspot.com

7.1 Atividade A – Observação do nascer e pôr do Sol durante o ano

A Observação do SOL

A observação do céu sempre teve papel importante na vida do homem. Além de encantamento a sua observação também traz informações importantes sobre orientação, passagem do tempo, estações do ano entre outras. Sendo assim a observação do céu já teve importância fundamental no cotidiano do homem, quando não existiam equipamentos modernos como o GPS, calendários e relógios os agricultores, navegantes e a população em geral utilizavam somente o céu como fonte de informações.

Os índios brasileiros são um exemplo de população que para nortear suas atividades diárias, utilizou frequentemente a observação do céu e principalmente a observação do Sol.

Para saber mais você pode procurar o artigo: AS CONSTELAÇÕES INDÍGENAS BRASILEIRAS do Professor Doutor Germano Bruno Afonso.

Disponível em <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/indigenas.pdf>

Ele é um importante astrônomo brasileiro, que fez estudos sobre os costumes indígenas com relação a observação do céu.

Nesta aula vamos estudar um pouco sobre os movimentos do Sol, e as informações que esses movimentos podem nos trazer.

SIMULANDO O CÉU

Vamos investigar o nascer e pôr do Sol utilizando o software Stellarium, esse software pode simular o nascer e o pôr do Sol em qualquer dia do ano, assim podemos conhecer as posições do Sol durante todo um ano sem precisar passar este tempo todo fazendo observações.

Você deve escolher dois horários fixos para observar e sempre utilizar os mesmos, pois desejamos conhecer a posição do Sol em vários dias no mesmo horário. Um deve ser próximo ao horário de nascer e o outro próximo ao horário do pôr do Sol.

Nas imagens abaixo você deve anotar a posição do Sol em diferentes dias do ano no mesmo horário. Para isso faça uma bolinha no mapa para representar a posição do Sol e ao lado anote a data.

A sala toda vai observar o Sol e cada equipe irá observar o Sol por dois meses, decidam com a turma qual equipe observa qual mês. Utilize as imagens fornecida pelo professor

COMO MANIPULAR O SOFTWARE

Para acelerar o tempo utilize os comandos do software, existem comandos para passar o tempo em diversas velocidades, por exemplo, para modificar o horário da visualização em segundos, minutos e horas você pode utilizar as teclas de atalho “J” para voltar o tempo, “K” para parar o tempo e “L” para acelerar o tempo. Já para acelerar um dia completo utilize o botão “J” , Para acelerar uma semana completa utilize o botão “=” , Faça alguns testes antes de iniciar suas anotações.

Depois de realizar as anotações discuta com sua equipe os seguintes tópicos:

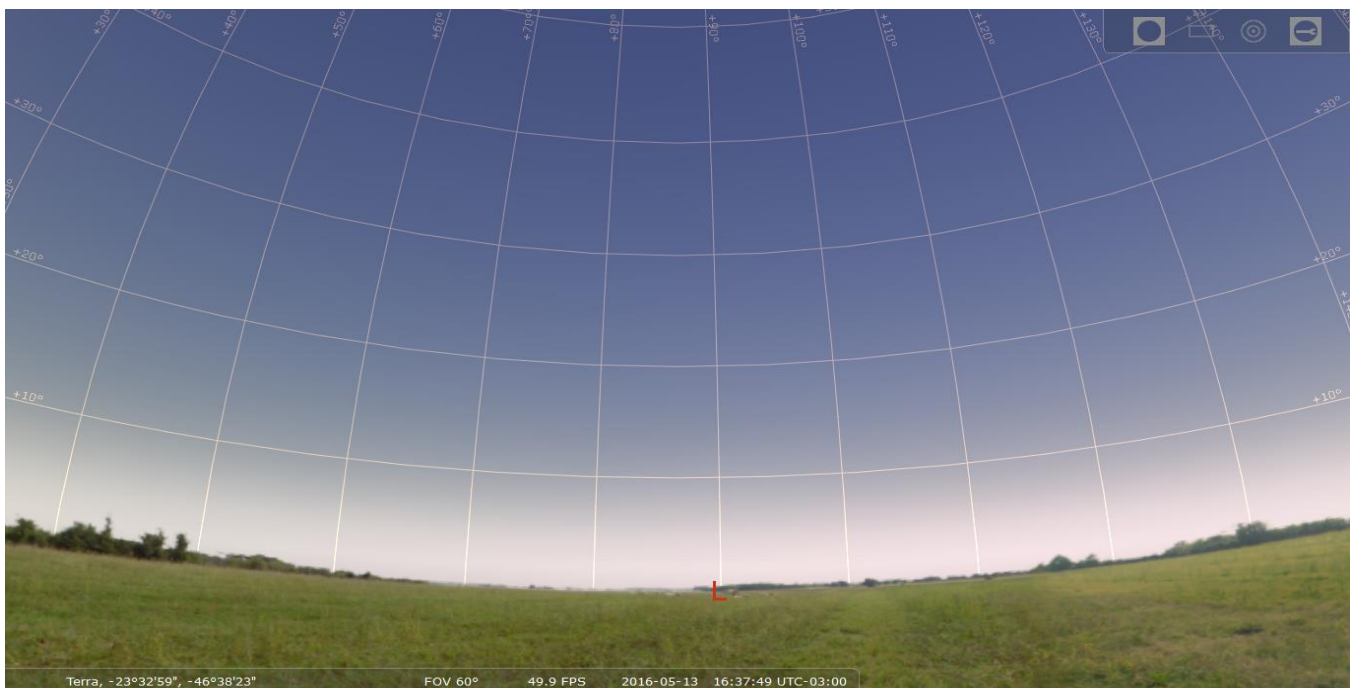
(Expresse os resultados dessa discussão como a equipe preferir, textos, desenhos, digramas entre outros.)

Como varia o nascer e pôr do Sol?

Qual a relação dos dias e meses com a posição do Sol? Pesquise as datas referentes ao início de cada estação do ano, e então verifique a posição do Sol nesses dias.

Como o movimento do Sol influencia a nossa sombra durante o dia?

Utilize as imagens abaixo para realizar as anotações



7.2 Atividade 01 B - O caminho do Sol

O caminho do SOL

Nessa atividade vamos estudar o “caminho” do Sol pelo céu. A posição do Sol durante o dia definirá o tamanho e a posição da nossa sombra. Para isso faremos uma observação real do Sol, ou seja, precisamos de um ambiente aberto com incidência Solar.

Você receberá do seu professor um kit de materiais para a realização desta atividade, esse kit contém;

- Uma semiesfera.
- Uma bússola
- Um lápis
- Uma cantina ou adesivos circulares

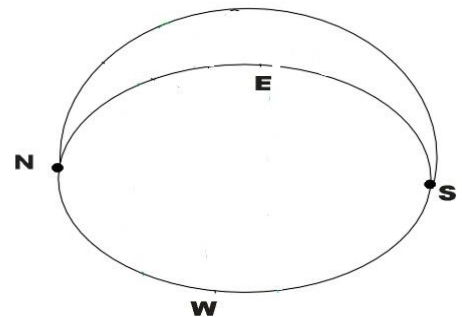


Figura 38- Semiesfera orientada

Primeiramente vamos escolher um local para fixar nossa esfera, com a bússola iremos marcar os pontos cardeais na base da esfera. Em todas as nossas medidas ou anotações devemos tomar o cuidado para que a esfera esteja corretamente orientada.

Coloque o lápis em pé na esfera, perpendicular à superfície da esfera, perceba que o lápis apresenta uma sombra, faça o teste para vários locais da esfera observe como a sombra muda conforme você varia a posição do lápis.

Em alguma posição o lápis não terá sombra. Essa posição deve ser registrada, faça uma marca na esfera.

**Discuta com sua equipe os seguintes tópicos
(Expresse os resultados dessa discussão como a equipe preferir,
textos, desenhos, diagramas entre outros.)**

- Como varia a
- Porque existe um local onde não há sombra?

Essa mesma marca deve ser feita uma vez a cada hora. Ao final teremos várias marcas, ligue as marcas fazendo uma linha, essa linha é a projeção do “caminho” do Sol no céu.

Discuta com sua equipe: Esse “caminho” é como você esperava? Explique!

7.3 Atividade 2 – Energia irradiada pelo Sol

Energia Irradiada pelo Sol

O Sol é a estrela mais próxima da Terra, e ao redor dela orbitamos junto com os outros planetas do sistema Solar, sendo assim nossa principal fonte de energia. Todos os dias podemos observar sua presença no céu, inclusive sentimos na pele o calor irradiado por ele, e graças a esta energia é possível a existência e permanência da vida na Terra. Sabemos que a quantidade de energia emitida é muito grande e que o Sol emite energia em todas as direções.

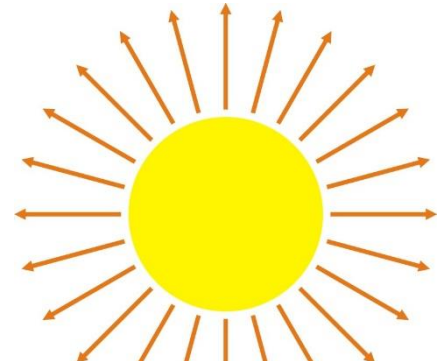


Figura 39- Sol Irradiando em todas as direções

Nós recebemos uma pequena parte da energia irradiada, apenas a fração que está na direção da Terra.

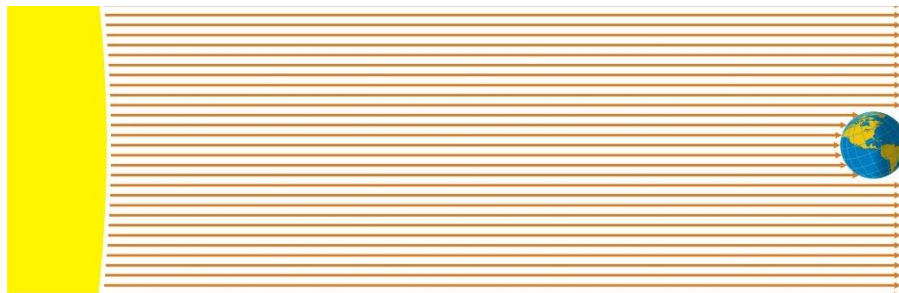


Figura 40- Energia recebida pela Terra (imagem fora de escala)

Mas quanto exatamente? Será que é possível medir essa quantidade de energia?

A verdade é que é possível sim! Existem vários métodos na verdade. Nessa atividade temos o objetivo de realizar a medida da energia total emitida pelo Sol por segundo.

Uma das áreas da ciência que estuda a energia transmitida é a termodinâmica. E a partir de conhecimentos básicos sobre a transferência de calor vamos desenvolver nosso método.

Primeiramente vamos relembrar alguns conceitos importantes:

1. O que é Calor?
2. O que é temperatura?
3. O que é calor específico?

Quando um corpo recebe energia em forma de calor ele esquenta, ou seja, varia sua temperatura! Mas cada material tem um calor específico, isso quer dizer que cada material sofre uma variação de temperatura diferente quando recebe certa quantidade de calor.

A equação Física que relaciona variação de temperatura de uma certa quantidade de material com a quantidade de energia absorvida é

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Identifique o significado e a unidade de cada letra na equação.

Q = m = c = ΔT =

4. Conhecendo a equação do calor e o calor específico da água, podemos utilizar essa equação para medir a quantidade de calor que aqueceu um copo com 300ml de água, de uma temperatura inicial 24° até uma temperatura final 30°? Sabemos que 1ml de água é equivalente a 1g de água!

MEDINDO A ENERGIA TOTAL IRRADIADA PELO SOL

A luz do Sol também é capaz de aquecer, causar uma variação de temperatura em um copo de água! Mas será que podemos utilizar a mesma equação para calcular a quantidade de calor que o Sol transferiu para a água? Sua equipe agora é responsável por realizar um procedimento experimental que nos permita realizar este cálculo.

MATERIAIS

- Uma lata de refrigerante, este será o recipiente para a água
- Água (é interessante que cada equipe utiliza uma quantidade diferente)
- Spray preto fosco para pintar a lata. (Na falta desse, a lata pode ser enegrecida com a chama de uma vela)
- Termômetro
- Cronometro

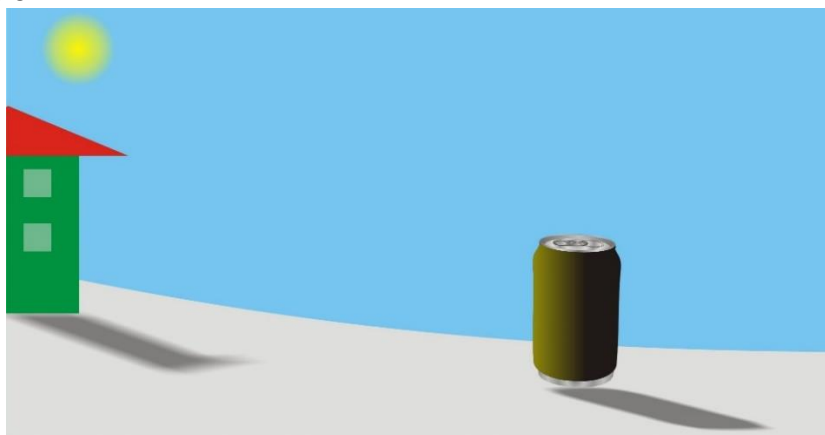
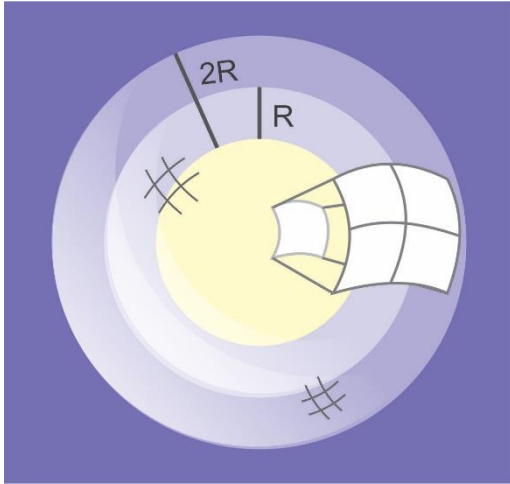


Figura 41 - lata recebendo luz Solar

1. O primeiro passo é pintar a lata na cor preto fosco. Você consegue explicar qual o motivo desse procedimento?
2. Agora discuta com sua equipe e trace um plano, um procedimento experimental para calcular quanta energia o Sol transferiu para a lata. Descreva passo a passo seu procedimento.
3. Calcule a energia absorvida pela lata!
4. Esse é a energia total transferido pelo Sol para uma lateral de nossa lata no tempo total em que ela foi exposta. Calcule a quantidade de calor a lata recebeu por segundo.
5. E cada centímetro quadrado da lata recebeu quanto calor por segundo?
6. Esse é o calor total emitido pelo Sol por segundo? Discuta com a equipe e explique suas conclusões!
7. Esse é o calor total recebido pela Terra? Discuta com a equipe e explique suas conclusões!

Desafio



A energia emitida pelo Sol se espalha esfericamente pelo universo e sua intensidade vai diminuindo conforme a distância do Sol vai aumentando. Esse é um dos motivos para que mercúrio seja muito quente e urano muito frio.

Essa intensidade diminui com o quadrado da distância, isso ocorre porque a energia se espalha esfericamente e se divide na área de uma esfera imaginária com raio igual a distância do Sol a Terra. Na figura 3

é possível verificar que uma determinada área em uma esfera na distância R, se torna 4

Figura 42- Área superficial da esfera

vezes maior na distância igual a 2R. Ou seja, a área dessa esfera aumenta proporcionalmente com o quadrado da distância. Como a energia se espalha por esta área então, significa que a energia diminui com o quadrado da distância.

A Terra encontrasse em uma esfera imaginária de raio igual a distância da Terra ao Sol. Aproximadamente 150.000.000 km.

Dica: A equação para a área da esfera é

$$A = 4 \cdot \pi \cdot R^2$$

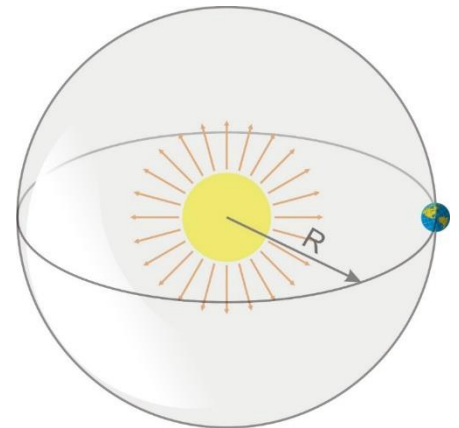


Figura 4- Emissão esférica

de energia

Desafio

Sabendo a quantidade de energia por cm^2 , calcule a quantidade total emitida pelo Sol. Descreva passo a passo seu raciocínio

7.4 Atividade 3 – Medindo o tamanho do SOL

Calculando o Tamanho do Sol com Uma Câmera Escura

A possibilidade de produzir as imagens sempre fascinou o homem, durante muito tempo tentamos entender como a luz funciona e como formar em imagens. Hoje temos diversos tipos de máquinas fotográficas, de tão simples manuseio que mal lembramos das antigas câmeras e seu funcionamento. Desde as primeiras tentativas para construir uma câmera fotográfica até a atualidade, o princípio da propagação retilínea da luz sempre foi o grande segredo na formação dessas imagens

Algumas das primeiras câmeras foram chamadas de câmeras pin hole (furo de alfinete) e/ou câmeras escuras. As duas utilizam um furo muito pequeno por onde a luz pode passar e um recipiente escuro com um anteparo onde a imagem irá se formar.

O interessante dessa câmera é que existe uma proporcionalidade entre o tamanho da imagem e o tamanho do objeto que depende da razão entre a distância do objeto até a câmera e a distância entre o orifício e a parede oposta, ou seja, o anteparo. Assim podemos utiliza-las para calcular o tamanho de objetos que estão distantes, ou são difíceis de se medir. Hoje vamos utilizar as propriedades dessas câmeras para medir o tamanho do Sol

Primeiramente vamos entender como as imagens são formadas, na imagem abaixo você pode verificar como os raios luminosos de um objeto se propagam em linha reta ate atingirem a câmera então passam pelo orifício e formam a imagem invertida no fundo da câmera escura.

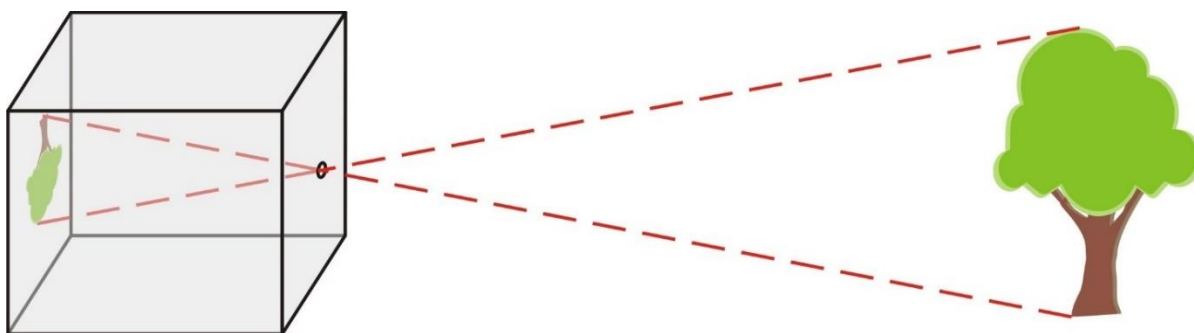


Figura 43- Formação da imagem na câmera escura.

Desenhando os raios de luz que formam essa imagem podemos obter os triângulos 1 e 2.

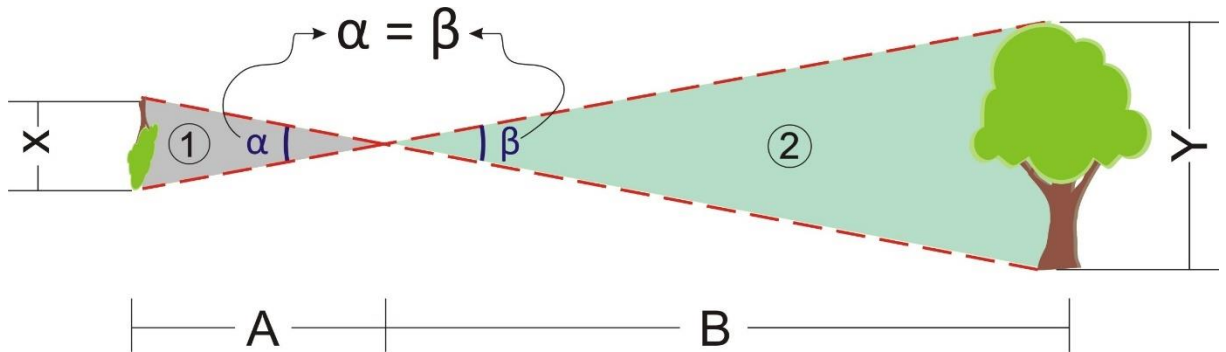


Figura 44 - Triângulos semelhantes

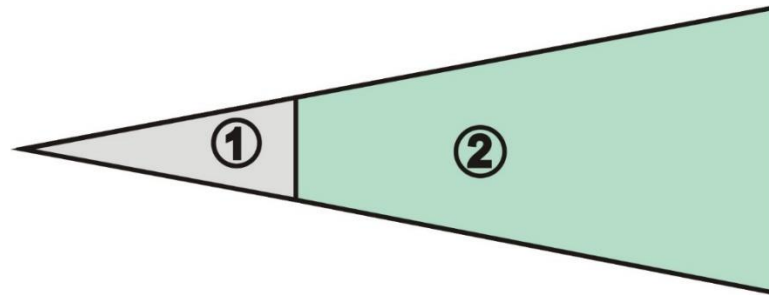


Figura 45 - Sobreposição dos triângulos.

Quando colocamos os triângulos um sobre o outro percebemos que os triângulos possuem ângulos iguais, por tanto são semelhantes, ou seja, suas medidas são proporcionais!

Com esse conhecimento podemos estabelecer a relação entre a altura do objeto, altura da imagem, distância entre o objeto e a câmera e a distância entre o orifício e o anteparo

semelhantes ou seja tem ângulos internos iguais. Portanto também podemos dizer que eles são proporcionais, logo temos a seguinte relação:

$$\frac{X}{A} = \frac{Y}{B}$$

Y = tamanho do objeto (m)

X = tamanho da imagem (m)

B = distância objeto a câmera (m)

A = distância entre o orifício e a parede oposta, ou seja, o anteparo (m)

Sendo assim uma câmera escura pode ser utilizada para medir o tamanho de objetos que são difíceis de medir utilizando os métodos tradicionais. Vamos testar essa utilidade, montando e utilizando a nossa própria câmera escura

Etapa 1 - MONTAGEM DA CAMERA ESCURA

Materiais:

- Cartolina
- Cola
- Papel vegetal
- Fita iSolante
- Papel alumínio

Ou seu professor irá lhe entregar um modelo com o desenho ao lado, recorte cartolina conforme o modelo.



Figura 46- Corte do papel

Dobre o papel e cole as abas de colagem, formando uma caixa!

Ambos os lados terão uma abertura. A abertura maior cubra com papel vegetal, e a abertura pequena cubra com papel alumínio, feche todas as entradas de luz com a fita iSolante!

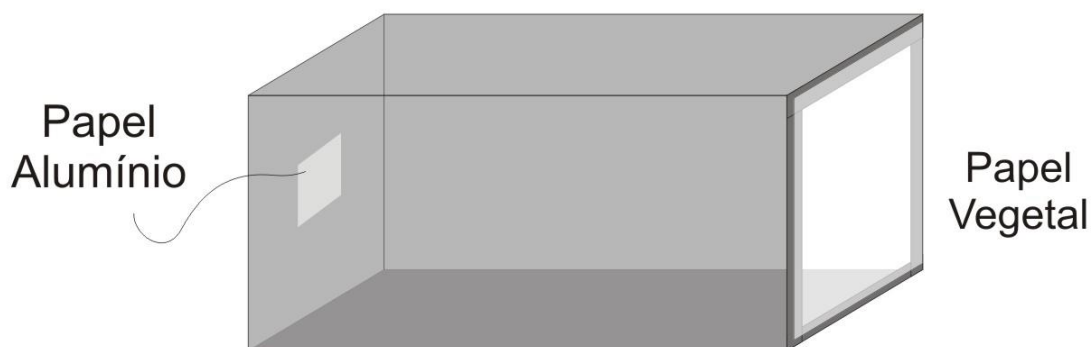


Figura 47 - Montagem da câmera

Agora que montou sua câmera observe objetos luminosos com ela, aumente e diminua a distância entre a câmera e os objetos observados.

Etapa 2 - UTILIZANDO SUA CÂMERA PARA MEDIR O TAMANHO DE OBJETOS

MATERIAIS

- Lâmpada e fiação para que ela possa ser acesa.
- Caixa preta no tamanho da lâmpada (pode ser a própria embalagem da lâmpada, ou uma caixinha construída por você)
- Trena ou regra
- Câmera escura

Para iniciar essa atividade cubra a lâmpada com a caixinha preta, nesta caixa, você deve fazer um recorte, ele pode ser em formato de flecha ou bonequinho, algo que sirva como objeto para nossa observação, fazendo assim que a luz da lâmpada passe apenas por esse espaço.

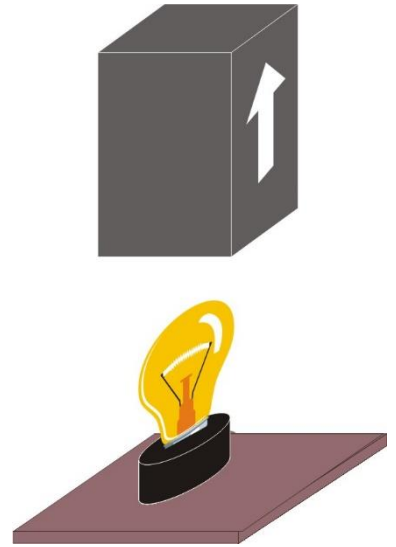


Figura 48 –Caixa para cobrir a lâmpada

Posicione então a lâmpada coberta e acesa em frente a câmera escura, verifique a imagem que apareceu no papel vegetal.

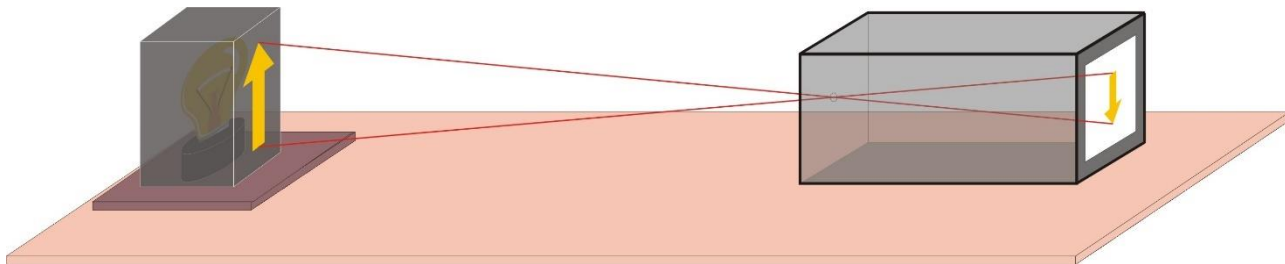


Figura 49 - Montagem experimental.

Agora que você tem uma câmera escura, e conhece suas características, discuta com sua equipe e proponha um método para calcular o tamanho do objeto sem utilizar o método tradicional, ou seja sem medir com uma régua diretamente o tamanho do objeto.

- Descreva passo a passo o método desenvolvido por sua equipe.

Etapa 3 - MEDINDO O TAMANHO DO SOL

Agora vamos montar uma câmera escura circular, ela será chamada de CAMERA SOLAR, ela é um pouco mais simples que a outra, apenas uma folha de cartolina enrolada, em um dos lados foi coberta com papel milimetrado virado para dentro da câmera, e do outro lado com papel alumínio com um orifício bem pequeno, com na imagem abaixo. Faça também uma abertura retangular na lateral do cilindro para que possa observar a projeção do Sol dentro da sua câmera.

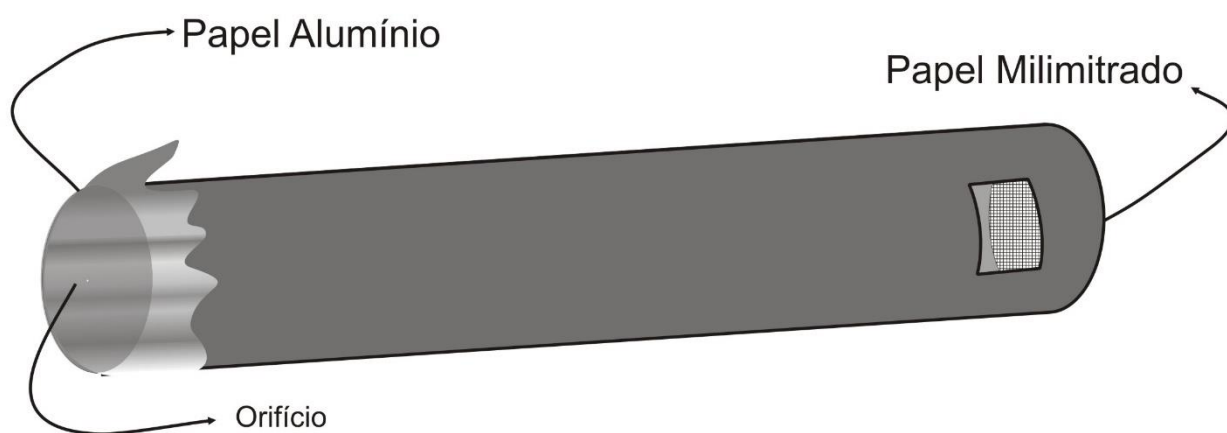


Figura 50 - Montagem de câmera para observação Solar

Agora você já sabe medir objetos a partir de semelhança de triângulos em uma câmera escura, aponte o orifício para o Sol e pela abertura lateral observe a imagem formada sob o papel milimetrado, este papel irá ajudá-los a determinar o tamanho da imagem. Se seu papel milimetrado for um pouco transparente, cole um pedaço de cartolina no fundo para que o interior da sua câmera Solar fique mais escura.

- Desenhe os raios luminosos que vieram do Sol e como eles se comportam ao passar pelo orifício da câmera escura.

- Obtenha um método para calcular o tamanho do Sol. Descreva seu método e calcule o tamanho do Sol.

Dica: Pesquise a distância da Terra ao Sol ela será útil

- Pesquise em artigos científicos qual é o valor para o tamanho do Sol mais aceito hoje em dia, compare com o valor encontrado pelo seu método

- Houve erro? Se sim, discuta com sua equipe quais e como podem ter acontecido esses erros

Referências Bibliográficas

- [Afonso 19--] B.G. Afonso, As Constelações Indígenas Brasileiras. Observatórios Virtuais. Disponível em: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/indigenas.pdf>. Acesso em dezembro 2015
- [Andrade 2002]. R. F. S. Andrade e S. T. R. Pinho. Evolução das Ideias da Termodinâmica. In: ROCHA, J. F.M. Origens e evolução das ideias da Física. Cap. II. Salvador: Edufba, 2002. p. 139-160.
- [Arouca 2009] S.C. Aroca, Ensino de Física Solar em um Espaço Não Formal de Educação. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 2009. Acesso em: setembro de 2015.
- [Boczko 1984] R. Boczko, Conceitos de Astronomia. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1984.
- [Caniato 1983] R. Caniato, Ato de fé ou conquista do conhecimento. Um episódio na vida de Joãozinho da Maré. Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira, ano 6, n. 2, abril/junho, p. 31-37, 1983.
- [Caniato 1987] R.Caniato, Com Ciência da Educação. Ideário e Prática de uma Alternativa Brasileira para o Ensino da Ciência. Campinas: Editora Papyrus, 1987
- [Caniato 2011] R.Caniato, O céu. Campinas: Editora Átomo. Coleção Ciência & Entretenimento, 2011
- [Gribbin 1980] J. Gribbin e M. Gribbin, A Morte do Sol. Traduzido por E. Feldman. Francisco Alvez, 1980.
- [Halliday 2009] Halliday et al. Fundamentos de Física. Vol. 4. 8 ed. Editora LTC, 2009.
- [Nussenzveig, 2002] H. M. Nussenzveig, Curso de Física Básica: Mecânica. Vol4. 4 ed. Edgard Blücher, 2002
- [OLIVEIRA 2004] S. G. Oliveira e et al, O Processo de Aprendizagem em uma Perspectiva Sócio – Interacionista... Ensinar É Necessário, Avaliar É Possível.

Disponível em < <http://www.abed.org.br/congresso2004/por/htm/171-TC-D4.htm>>
acesso em 10/07/2016

[Raposo 2005] P. Raposo, Fazer Astronomia num 8: O analema. Observatório
Astronômico de Lisboa. v.11, n.4, Abril de 2005. Disponível em:
<<http://www.oal.ul.pt/oobservatorio/vol11/n4/pagina5.html>> Acesso em setembro de
2015

[Stellarium 2016] Software Stellarium 0.14.4 Copyright © 2000-2016 fabien chereau
et al . Disponível em <<http://www.stellarium.org/pt/>>. Acesso em janeiro de 2016.

[Vygotsky 1998] L.S. Vygotsky, Pensamento e Linguagem. Rio de Janeiro: Martins
Fontes, 1998. Disponível em <<http://www.ebooksbrasil.org/eLibris/vigo.html>> acesso
em julho de 2015

SÉRIE
PRODUTOS EDUCACIONAIS EM ENSINO DE FÍSICA

VOLUME 1 – Automatização de Experimentos de Física Moderna com o Kit Lego NXT Mindstorms

Wanderley Marcílio Veronez, Luiz Américo Alves Pereira, Gélson Biscaia de Souza

VOLUME 2 – O Arduino na Programação de Experiências em Termodinâmica e em Física Moderna

Marilene Probst Novacoski, Gélson Biscaia de Souza, Luiz Américo Alves Pereira

VOLUME 3 – Do Magnetismo à Lei da Indução Eletromagnética de Faraday

Marlon Labas, Fábio Augusto Meira Cássaro

VOLUME 4 – Estudando Astronomia, Aprendendo Física: Atividades Práticas de Observação do Sol

Ana Caroline Pscheidt, Marcelo Emílio

VOLUME 5 – Simulador Didático de Acomodação do Olho Humano

Gustavo Trierveiler Anselmo, Júlio Flemming Neto, Antônio Sérgio Magalhães de Castro

VOLUME 6 – Ensino dos Conceitos de Movimento e Inércia na Mecânica, a partir de uma Concepção de Ciência que não Utiliza a Lógica Binária

Luiz Alberto Clabonde, Luiz Antônio Bastos Bernardes, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 7 – Uma Proposta de Utilização de Mídias Sociais no Ensino de Física com Ênfase à Dinâmica de Newton

Heterson Luiz De Lara, Alexandre Camilo Junior, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 8 – O Eletromagnetismo e a Física Moderna através de Atividades Experimentais

Ademir Kreпки Henisch, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 9 – Física Nuclear e Sociedade

Tomo I – Caderno do Professor

Tomo II – Caderno do Aluno

Josicarlos Peron, André Vitor Chaves de Andrade

VOLUME 10 – Conceituação e Simulação na Dinâmica do Movimento

Tomo I – Caderno do Professor

Tomo II – Caderno do Aluno

Leandro Antonio dos Santos, Antônio Sérgio Magalhães de Castro

VOLUME 11 – Montagem de um Painel Didático e Atividades Experimentais em Circuitos de Corrente Contínua

Renato Dalzotto, Sérgio da Costa Saab, André Maurício Brinatti

VOLUME 12 – Nas Cordas dos Instrumentos Musicais

Luís Alexandre Rauch, André Maurício Brinatti, Luiz Fernando Pires

VOLUME 13 – O Fóton em Foco: Relações entre Cor, Frequência e Energia de Radiações Eletromagnéticas

Romeu Nunes de Freitas, André Maurício Brinatti, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 14 –

Tomo I - Iniciação em Robótica e Programação com Algumas Aplicações em Física

Tomo II – Tutorial: Tela Interativa com Controle do Nintendo Wii

Hernani Batista da Cruz, Luiz Antônio Bastos Bernardes, Silvio Luiz Rutz da Silva

VOLUME 15 – O Uso do Software Tracker no Ensino de Física dos Movimentos

Edenilson Orkiel, Silvio Luiz Rutz da Silva



Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons –
Atribuição -Não Comercial- Compartilha Igual 4.0 Internacional.

Disponível em:

<http://uepg.br/proex/Home/ebook.html>

