



## **CLAUDINEI ANTÔNIO DA SILVA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - Polo UEM, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Celso Viscovini

Maringá  
Julho 2016

# Solarscópio: Equipamento para a filmagem e gravação do movimento aparente do Sol

CLAUDINEI ANTÔNIO DA SILVA

Orientador:  
Prof. Dr. Ronaldo Celso Viscovini

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física- Polo UEM, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

---

Prof. Dr. Ronaldo Celso Viscovini

---

Prof. Dr. Maurício Antonio Custodio de Melo

---

Prof. Dra. Mara Fernanda Parisoto

Maringá  
Julho 2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

S586s Silva, Claudinei Antônio da  
Solarscópio : equipamento para a filmagem e  
gravação do movimento aparente do sol / Claudinei  
Antônio da Silva. -- Maringá, 2016.  
86 f. : il. color., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Celso Viscovini.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de  
Maringá, Centro de Ciências Exatas, Departamento de  
Física, Programa de Pós-Graduação do Mestrado  
Nacional Profissional em Ensino de Física, 2016.

1. Solarscópio. 2. Sol - Movimento aparente -  
Imagens. 3. Astronomia. 4. Astrofísica. I.  
Viscovini, Ronaldo Celso, orient. II. Universidade  
Estadual de Maringá. Centro de Ciências Exatas.  
Departamento de Física. Programa de Pós-Graduação do  
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.  
III. Título.

CDD 21.ed. 522.623

AMMA-003372

*“A humildade está inserida na Alma dos mais sábios e o orgulho é a frustração daqueles que persistem em não reconhecer os próprios erros.”*

Claudinei Antonio da Silva.

Dedico este trabalho ao meus pais Pedro Antonio da Silva, Alzira Coutinho da Silva e minhas Filhas Isabela Cristine Arjona da Silva e Stéffany Mikaela Monteiro e Silva.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela graça de estar vivo e pela bênçãos recebidas.

Em especial ao Prof. Dr. Ronaldo Celso Viscovini, pelos incentivos, contribuições, orientações necessárias ao desenvolvimento dessa dissertação.

Aos professores do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), pelas suas contribuições cognitivas ao decorrer do curso, contribuindo para o sucesso do mesmo.

Aos amigos de turma, pelo companheirismo, contribuições e apoio nas dificuldades e limitações encontradas, contribuindo de forma positiva para a conclusão.

Aos alunos do colégio Rodrigues Alves de Maringá que contribuíram na aplicação e no desenvolvimento prática importante deste trabalho.

Aos secretários Paulo Roberto e Tatiana, pelos serviços na secretaria do Mestrado Profissional (MNPEF-DFI-UEM).

A todas as pessoas que estiveram presentes em minha vida, contribuindo de forma direta ou indireta para o envolvimento da pesquisa. Deus abençoe a todos!

## RESUMO

### SOLARSCÓPIO: EQUIPAMENTO PARA A FILMAGEM E GRAVAÇÃO DO MOVIMENTO APARENTE DO SOL

A presente dissertação tem como objetivo filmar as posições do movimento aparente do Sol, através do aparelho Solarscópio, desenvolvido com materiais de fácil acesso e pouco custo, buscando compreender o sistema solar e os fenômenos cíclicos ligados a ele, como movimento de translação e rotação da Terra, as estações do ano, solstício de verão e solstício de inverno, equinócio de outono e equinócio de primavera, a geometria da Terra, assim como sua inclinação de  $23^{\circ}27'33''$  em relação ao plano perpendicular ao plano que contém a eclíptica, compreendendo que essa inclinação é uma das consequências que define as estações do ano na Terra. Foi desenvolvido para fornecer aos professores do ensino fundamental e médio meios de fomentar o interesse de seus alunos pela ciência e pela tecnologia, auxiliá-los na problematização de situações que envolvam conteúdos físicos, possibilitando aos estudantes o levantamento de hipóteses na tentativa de explicar as questões propostas sobre os movimentos da Terra. Objetiva, também, apresentar encaminhamentos metodológicos, por meio de diversas estratégias de ensino, intensificando-se as possibilidades de debates e discussões, facilitando a criação, a análise, a formulação de conceitos, o desenvolvimento de ideias e a escolha de diferentes caminhos para o encaminhamentos das atividades. Adotamos a teoria de aprendizagem de Bruner, devido à sua importância quanto ao método da descoberta, com base na ideia de que o conhecimento da estrutura das disciplinas exige a utilização das metodologias das ciências, fazendo, assim, críticas às metodologias expositivas, considerando que a aprendizagem das ciências se faz melhor por meio do envolvimento dos alunos no processo de descoberta e no uso de metodologias científicas próprias de cada ciência.

Palavras-chave: Solarscópio, movimento aparente do Sol, Astronomia.

## **ABSTRACT**

Solarscope: Equipment for filming and recording the apparent movement of the Sun.

This dissertation aims to shoot the positions of the apparent motion of the Sun, through a Solarscope device developed with easily accessible materials and little cost, to understand the solar system and cyclic phenomena connected to it, such as translational motion and rotation of the Earth, the seasons, the summer solstice and winter solstice, autumn equinox and spring equinox, the geometry of the Earth as well as its inclination of  $23^{\circ} 27' 33''$  to the plane perpendicular to the plane containing the ecliptic, and the inclination is one of the consequences that define the seasons on Earth. It was developed to provide middle and high school teachers, to promote the interest of their students in science and technology, helping them in the problematization of situations involving physical content that enable students to raise hypothesis in an attempt to explain the issues proposals on the movements of the Earth. Present methodological referrals through various teaching strategies, intensifying the possibilities of debates and discussions, facilitating the creation, analysis, formulation of concepts, developing ideas and choosing different paths for the referrals. Adopt the learning theory of Bruner, due the importance he gives to discovery method, based on the idea that knowledge of the structure of disciplines requires the use of the methodologies of science, by doing so, criticism of expository methodologies, considering, that learning science is done best through the involvement of students in the process of discovery and the use of scientific methodologies specific to each science.

Keywords: Solarscope, apparent movement of the Sun, Astronomy.



## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>11</b>
2.1. Astronomia .....	11
2.2. Ato de fé ou conquista do conhecimento?.....	14
<b>CAPÍTULO 3 ATIVIDADE DIDÁTICA</b> .....	<b>20</b>
3.1. A Terra e o Sol .....	21
3.2. Movimento de rotação .....	22
3.3. Translação da Terra .....	22
3.4. Inclinação da Terra .....	23
<b>CAPÍTULO 4 ROTEIRO EXPERIMENTAL</b> .....	<b>26</b>
4.1. Introdução .....	26
4.2. Materiais utilizados .....	26
4.3. Esquema de montagem do Solarscópio .....	27
4.4. Gabarito do Solarscópio .....	28
4.5. Instalação do Solarscópio .....	30
4.6. Teste do Solarscópio .....	32
4.7. Aplicação pedagógica.....	32
<b>CAPÍTULO 5. RESULTADOS</b> .....	<b>37</b>
<b>CAPÍTULO 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>42</b>
<b>7. APÊNDICES</b> .....	<b>43</b>
APÊNDICE A .....	43
APÊNDICE B.....	56
APÊNDICE C.....	61

## **CAPÍTULO 1**

### **INTRODUÇÃO**

A problematização aqui apresentada, retirada do site <http://rede.novaescolaclub.org.br/planos-de-aula/estacoes-do-ano>, servirá como ponto de partida para a introdução de noções do que acontece no espaço, permitindo que os alunos, de forma metafórica, aflorem a sede científica e sejam preparados para uma iminente ascensão da humanidade como civilização planetária.

O professor poderá problematizar o tema com os estudantes questionando, se eles já perceberam que em algumas épocas do ano chove mais do que em outras. Perguntar se eles sabem em qual período costuma chover mais na cidade em que vivem.

Comentar com a turma sobre a paisagem: ela muda ao longo do ano ou não. Há épocas com mais flores do que outras? Como é a luminosidade dos dias. Já notaram que numa época do ano os dias parecem mais longos do que em outras? Por que nos meses mais próximos do final do ano os dias são mais longos do que nos dias no meio do ano? Por que o horário de verão é realizado em algumas regiões e em outras não? Questionar aos alunos se eles reconhecem outros fenômenos periódicos anuais também é muito importante.

Pedir para alguns alunos desenhar na lousa como acreditam que seja a trajetória da Terra em torno do Sol, instiga-os a pensar sobre o assunto mais realisticamente. Apresentar à turma duas trajetórias, uma oval e uma circular, e perguntar a eles qual dessas trajetórias imaginam ser a mais correta, a com a órbita oval ou com a órbita terrestre praticamente circular? Ressaltar que a correta é a praticamente circular.

É muito comum que as pessoas pensem que as estações do ano se devem à distância entre a Terra e o Sol, ou seja, (no verão a Terra estaria mais perto do Sol, por isso seria mais quente). Pergunte à classe se os dois hemisférios terrestre têm as mesmas estações concomitantemente, ou seja, quando é verão, por exemplo, no hemisfério Sul, também é verão no hemisfério Norte? Conversar sobre as diferenças das estações do ano nos hemisférios. Perguntar como podemos explicar que, enquanto no hemisfério Sul estamos no Verão, no hemisfério Norte

temos o inverno. Lembrar, também, que as mudanças climáticas já ocasionaram várias alterações.

Também é muito produtivo prosseguir com uma conversa sobre a inclinação do eixo de rotação da Terra, mostrando que ele está inclinado em aproximadamente  $23^{\circ}$  (graus)  $27'$  (minutos)  $33''$  (segundos) em relação a um eixo vertical. Chamar a atenção para o fato de que o eixo de rotação da Terra, durante uma translação completa em torno do Sol, não muda de inclinação e que isso possibilita as diferentes estações do ano. Explicar que é em função do movimento de translação e da inclinação do eixo terrestre que temos a definição das estações do ano. Se não fosse por essa inclinação, não teríamos as estações e o clima na Terra seria sempre o mesmo.

## **CAPÍTULO 2**

### **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **2.1. Astronomia**

Nos primórdios da civilização, o ser humano se encantava com a beleza do céu estrelado, a passagem dos cometas ou com as constantes “estrelas cadentes”. Mais recentemente, já sabemos que admiravam a Lua e o Sol, os quais consideravam “deuses” e suas vidas dependiam deles. Assombravam-se com os eventos extraordinários, tais como eclipses, auroras, e com os fenômenos atmosféricos, os quais estão na origem de inúmeros mitos, religiões e filosofias antigas.

Com passar do tempo, os homens começaram a perceber que havia uma regularidade enorme nos céus e que o que acontecia no céu afetava o que ocorria no seu meio ambiente. Perceberam a existência de algumas “estrelas errantes” (os planetas). Faziam festas para comemorar o solstício de inverno, quando então o Sol “parava” de passar cada vez mais “baixo” no céu e voltava a “subir”, aquecendo seus dias, o que era fundamental para sua sobrevivência. Esta festa do solstício foi modificada no longo do tempo e hoje a chamamos de Natal. Não seria possível num único livro contar todas as lendas e mitos de todos os povos, inclusive dos nossos indígenas, que também sabiam “ler” o céu, e nem este é nosso objetivo aqui.

Em sua racionalidade e curiosidade, a humanidade busca compreender e explicar o que acontece no céu. Muitos pensadores propuseram explicações, erradas ou certas, pois é assim que evoluem a ciência e o conhecimento humano.

O estudo da astronomia é sempre um começo para retornarmos ao caminho da exploração. E é por meio da educação. Do contínuo exercício da reflexão e da curiosidade, natural nos jovens e crianças, que podemos compreender e interagir com essa realidade que nos cerca e adquirir os instrumentos para transformá-la para melhor.

A presente dissertação busca, justamente, colocar nas mãos do professor um instrumento para acompanhá-lo em sua missão de construir a sociedade por meio do conhecimento, iniciando pela história da astronomia e daqueles que deixaram sua marca para a civilização. Aborda, de maneira simples e didática, mas

sem concessões quanto ao rigor matemático e científico, o movimento aparente do Sol, apresentando riqueza de ilustrações e informações detalhadas e introdução a dados astronômicos que se valem dos conhecimentos da matemática, física, geografia, ciências e geometria, geralmente incluídos nos currículos escolares.

São as atividades propostas, fruto de pesquisa no ensino da astronomia, que propõem, com materiais de fácil aquisição e montagens simples e robustas, para atividade prática. Trata-se de experiências que, certamente, trarão imensa satisfação aos professores e alunos que as colocarem em prática. É neste ponto que esta dissertação irá auxiliar professores do ensino fundamental e médio em suas atividades práticas e no enfrentamento de novos desafios.

O estudo de astronomia foi a atividade que abriu as portas do mundo da ciência para os seres humanos. No firmamento, os primeiros homens e mulheres, ainda na pré-história, perceberam a existência de mecanismo e ciclos específicos que se refletiam em suas atividades terrestres e eram marcados pela posição das estrelas.

O Sol, a cada dia, criava a divisão entre o dia e a noite. A Lua, a cada volta dada ao redor da Terra, marcava o período conhecido com mês. A posição de determinados agrupamentos de estrelas ao longo do tempo parecia indicar os melhores períodos para plantio e colheita, pistas fundamentais para a sobrevivência dos primeiros agricultores, dezenas de milhares de anos atrás.

Finalmente, alguns astros pareciam não seguir o mesmo movimento dos demais, surgindo em variadas posições a cada momento. Às vezes, até pareciam caminhar para trás durante algumas noites, para depois seguir sua trajetória normal.

Mesmo com todo movimento observado, as estrelas inspiravam uma certa noção de ordem, de mecanicismo. Não é à toa que deu à luz a percepção de que o mundo podia evoluir a partir de certas regras pré-determinadas – leis da natureza, por assim dizer. Partindo dessa premissa, os antigos puderam travar seu primeiro contato com a noção de ciência. Ainda que de maneira primitiva, esse processo exigia a combinação de observação e criação de hipóteses, fornecendo as bases para o desenvolvimento científico moderno, a despeito dos percalços contra essa forma de interpretar o mundo durante todo o caminho desde a Idade Antiga.

Ao se colocar na base da ciência, a astronomia fez sentir sua influência em praticamente todos os ramos do conhecimento científico. Mas, com a crescente repartição do saber em gavetas estanques (como, por exemplo, as disciplinas

lecionadas separadamente em todas as escolas), as noções astronômicas também foram diluídas e sua importância aparente no ensino decresceu de forma extremada.

Não é difícil perceber os efeitos desse processo. Basta notar que as noções básicas sobre o Sistema Solar são dadas nas aulas de geografia, as leis de movimentos dos planetas estão no curso de física, o andamento da corrida espacial no século 20 está na disciplina de história e as descobertas mais sofisticadas sobre a origem do universo, pasme, não estão em lugar algum.

Com essa diluição, não só perde o ensino da astronomia, mas também o próprio professor que se vê sem uma poderosa ferramenta de ensino. Uma das coisas que desmotivam os alunos é o fato de que a eles são transferidas indiscriminadamente imensas doses de conhecimentos, mas pouco se fala sobre o porquê de tudo aquilo. O que levou uma considerável parcela das pessoas mais inteligentes do mundo em todos os tempos a desenvolver todas aquelas ideias, hoje transmitidas de forma pouco atraente em sala de aula? Quais as motivações? “Para que serve isso?”, são perguntas que podem aparecer com frequência entre os alunos. Em muitos casos, aquele saber foi produzido na busca ancestral da humanidade para entender sua posição no universo, o velho clichê “de onde viemos e para onde vamos”. É inegável que nesta frase esteja embutida uma das principais características humanas: a inabalável curiosidade.

Quando um professor fala de espaço com seus alunos, ele está instigando esse tipo de curiosidade inata. Ao mencionar novos mundos e a busca por vida extraterrestre, ele desperta todo tipo de interesse associado à pesquisa espacial. É o mesmo sentimento que impulsionou o ser humano para a ciência, em um primeiro momento. Ou seja, é uma excelente maneira de “fisgar” os alunos a se interessarem pelos avanços científicos – pré-requisito indispensável para o desenvolvimento da cidadania nos dias de hoje – e, mais que isso, motivá-los aos estudos.

Quando um planeta descreve uma órbita elíptica, a sua distância ao Sol varia. O ponto de maior aproximação ao Sol chama-se periélio e o ponto de maior afastamento chama-se afélio. Kepler constatou que a velocidade com que se desloca o planeta é maior no periélio e menor no afélio. Segundo Lei de Kepler (1609), um planeta no seu movimento elíptico em torno do Sol varre áreas iguais em intervalos de tempo iguais.

Kepler também deduziu, a partir dos dados de Tycho, uma relação que permite comparar o movimento de diferentes planetas. Na Terceira Lei de Kepler

(1618), tempos: O quadrado do período sideral de um planeta é diretamente proporcional ao cubo do semieixo maior da sua órbita.

$$\frac{T^2}{r^3} = \textit{Constante}$$

Ressalte-se que Kepler apenas estabeleceu as leis, sem ter explicado a razão pela qual os planetas obedecem a essas leis. Esse trabalho seria feito por Galileu e por Newton.

Galileu foi o primeiro a apontar um telescópio para o céu (1610). Fez várias descobertas. Uma das mais importantes foi a da existência de fases em Vênus semelhantes às que observamos na Lua. No sistema de Ptolomeu Vênus não poderia exibir algumas dessas fases, pelo fato de estar sempre mais próximo da Terra do que o Sol. Outra importante descoberta de Galileu foi a das quatro maiores luas de Júpiter (atualmente designadas por satélites Galileanos). Essas luas andavam em torno de Júpiter e não em torno da Terra. Júpiter era, assim, uma espécie de 'sistema heliocêntrico' em miniatura. Newton mostrou que as Leis de Kepler não são de natureza empírica, mas sim uma consequência direta das Leis fundamentais da Física. As Leis de Newton aplicam-se a objetos tanto na Terra como nos céus. Halley utilizou a mecânica Newtoniana para prever a próxima passagem do cometa Halley. O planeta Netuno foi descoberto, aplicando-se a mecânica Newtoniana ao problema das perturbações verificadas na órbita do planeta Urano.

A mecânica Newtoniana foi amplamente aceita por resolver muitos dos problemas em aberto. Contudo, existem domínios onde a mecânica Newtoniana deve ser substituída por outras teorias mais gerais: Mecânica Quântica, Relatividade Especial e Relatividade Geral.

## **2.2. Ato de fé ou conquista do conhecimento?**

Um episódio na vida de Joãozinho da Maré, publicado no Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira pelo Professor Rodolpho Caniato, ano 6, número 2, abril/junho de 1983, páginas 31 a 37.

O Joãozinho de nossa história é um moleque muito pobre que mora numa favela sobre palafitas espetadas em um vasto mangue. Nosso Joãozinho só vai à escola quando sabe que vai ser distribuída a merenda, uma das poucas razões que ele sente para ir à escola. Do fundo da miséria em que vive, Joãozinho pode ver bem próximo algumas das conquistas de nossa civilização em vias de desenvolvimento (para alguns). Dali de sua favela, ele pode ver bem de perto uma das grandes Universidades onde se cultiva a inteligência e se conquista o conhecimento. Naturalmente, esse conhecimento e a ciência ali cultivados nada têm a ver com o Joãozinho e outros milhares de Joãozinhos pelo Brasil afora.

Além de perambular por toda a cidade, Joãozinho, de sua favela, pode ver o aeroporto internacional do Rio de Janeiro. Isso certamente é o que mais fascina os olhos de Joãozinho. Aqueles grandes pássaros de metal sobem imponentes com um ruído de rachar os céus. Joãozinho, com seu olhar curioso, acompanha aqueles pássaros de metal até que, diminuindo, eles desapareçam no céu.

Talvez, por frequentar pouco a escola, por gostar de observar os aviões e o mundo que o rodeia, Joãozinho seja sobrevivente de nosso sistema educacional. Joãozinho não perdeu aquela curiosidade de todas as crianças; aquela vontade de saber os “comos” e os “porquês” em relação às coisas da natureza; a curiosidade e o gosto de saber que se vão extinguindo, em geral, com a frequência à escola. Não há curiosidade que aguarde aquela “decoreba” sobre o corpo humano, por exemplo.

Sabendo por seus colegas que nesse dia haveria merenda, Joãozinho resolve ir à escola. Nesse dia, sua professora se dispunha a dar uma aula de ciências, conteúdo de que Joãozinho gostava. A professora havia dito que nesse dia iria falar sobre coisas como o Sol, a Terra e seus movimentos, verão, inverno etc.

A professora começa por explicar que o verão é o tempo do calor, o inverno é o tempo do frio, a primavera é o tempo das flores e o outono é o tempo em que as folhas ficam amarelas e caem.

Em sua favela, no Rio de Janeiro, Joãozinho conhece calor e tempo de mais calor ainda, um verdadeiro sufoco, às vezes.

As flores da primavera e as folhas amarelas que caem ficam por conta de acreditar. Num clima tropical e quente como o do Rio de Janeiro, Joãozinho não viu nenhum tempo de flores. As flores por aqui existem ou não, quase que independentemente da época do ano, em enterros e casamentos que passam pela Avenida Brasil, próxima à sua favela.



Joãozinho, observador e curioso, resolve perguntar por que acontecem ou devem acontecer tais coisas. A professora se dispõe a dar a explicação.

- Eu já disse a vocês numa aula anterior que a Terra é uma grande bola e que essa bola está rodando sobre si mesma. É uma rotação que provoca os dias e as noites. Acontece que, enquanto a Terra está girando, ela também está fazendo uma grande volta ao redor do Sol. Essa volta se faz em um ano. O caminho é uma órbita alongada chamada de elipse. Além dessa curva ser, assim, alongada e achatada, o Sol não está no centro. Isso quer dizer que, em seu movimento, a Terra às vezes passa perto, às vezes passa longe do Sol. Quando passa perto do Sol é mais quente: é VERÃO. Quando passa mais longe do Sol recebe menos calor: é INVERNO.

Os olhos de Joãozinho brilhavam de curiosidades diante de um assunto novo e tão interessante.

- Professora, a senhora não disse antes que a Terra é uma bola e que está girando enquanto faz a volta ao redor do Sol?

- Sim eu disse – respondeu a professora com segurança.

- Mas, se a Terra é uma bola e está girando todo dia perto do Sol, não deve ser verão em toda a Terra?

- Então é mesmo verão em todo lugar e inverno em todo lugar ao mesmo tempo, professora?

- Acho que é, Joãozinho, vamos mudar de assunto.

A essa altura, a professora já não se sentia tão segura do que havia dito. A insistência, natural para o Joãozinho, já começava a provocar uma certa insegurança na professora.

- Mas, professora, - insiste o garoto – enquanto a gente está ensaiando a escola de samba, na época do Natal, a gente sente o maior calor, não é mesmo?

- É mesmo, Joãozinho.

- Então nesse tempo é verão aqui?

- É, Joãozinho.

- E o Papai Noel no meio da neve com roupas de frio e botas? A gente vê nas vitrinas até as árvores de Natal com algodão. Não é para imitar neve? (a 40º no Rio). É, professora, na terra do Papai Noel faz frio?

- Faz, Joãozinho.

- Mas então tem frio e calor ao mesmo tempo? Quer dizer que existe verão e inverno ao mesmo tempo?

- É, Joãozinho, mas vamos mudar de assunto. Você já está atrapalhando a aula e eu tenho um programa a cumprir.

Mas Joãozinho ainda não havia sido domado pela escola. Ele ainda não havia perdido o hábito e a iniciativa de fazer perguntas e querer entender as coisas. Por isso, apesar do jeito visivelmente contrariado da professora, ele insiste.

- Professora, como é que pode ser verão e inverno ao mesmo tempo, em lugares diferentes, se a Terra, que é uma bola, deve estar perto ou longe do Sol? Uma das duas coisas não está errada?

- Como você se atreve, Joãozinho, a dizer que sua professora está errada? Quem andou pondo essas ideias em sua cabeça?

- Ninguém não, professora. Eu só tava pensando. Se tem verão e inverno ao mesmo tempo, então isso não pode acontecer porque a Terra tá perto ou tá longe do Sol. Não é mesmo, professora?

A professora, já irritada com a insistência atrevida do menino, assume uma postura de autoridade científica e pontifical:

- Está nos livros que a Terra descreve uma curva que se chama elipse ao redor do Sol, que este ocupa um dos focos e, portanto, ela se aproxima e se afasta do Sol. Logo, deve ser por isso que existe verão e inverno.

Sem dar conta da irritação da professora, nosso Joãozinho lembra-se de sua experiência diária e acrescenta.

- Professora, a melhor coisa que a gente tem aqui na favela é poder ver avião o dia inteiro.

- E daí, Joãozinho? O que tem a ver isso com o verão e o inverno?

- Sabe, professora, eu acho que tem. A gente sabe que um avião tá chegando perto quando ele vai ficando maior. Quando ele vai ficando pequeno, é porque ele tá ficando mais longe.

- E o que tem isso a ver com a órbita da Terra, Joãozinho?

- É que eu achei que se a Terra chegasse mais perto do Sol, a gente devia ver ele maior. Quando a Terra estivesse mais longe do Sol, ele deveria aparecer menor. Não é, professora?

- E daí, menino?

- A gente vê o Sol sempre do mesmo tamanho. Isso não quer dizer que ele tá sempre na mesma distância? Então verão e inverno não acontecem por causa da distância.

- Como você se atreve a contradizer sua professora? Quem anda pondo “minhocas” em sua cabeça? Faz quinze anos que eu sou professora. É a primeira vez que alguém quer mostrar que a professora está errada.

A essa altura, já a classe se havia tumultuado. Um grupo de outros garotos já havia percebido a lógica arrasadora do que Joãozinho dissera. Alguns continuaram indiferentes. A maioria achou mais prudente ficar do lado da “autoridade”. Outros aproveitaram a confusão para aumentá-la. A professora havia perdido o controle da classe e já não conseguia reprimir a bagunça nem com ameaças de castigo e de dar “zero” para os mais rebeldes.

Em meio àquela confusão tocou o sinal para o fim da aula, salvando a professora de um caso maior. Não houve aparentemente nenhuma definição de vencedores e vencidos nesse confronto.

Indo para casa, a professora, ainda agitada e contrariada, lembrava-se do Joãozinho que lhe estragara a aula e também o dia. Além de pôr em dúvida o que ela ensinara, Joãozinho dera um mau “exemplo”. Joãozinho, com seus argumentos ingênuos, mas lógicos, despertara muitos para o seu lado.

- Imagina se a moda pega... – pensa a professora – O pior é que não me ocorreu qualquer argumento que pudesse enfrentar o questionamento do garoto.

- Mas foi assim que me ensinaram. É assim que eu também ensino – pensa a professora, - Faz tantos anos que eu dou essa aula, sobre esse assunto...

À noite, já mais calma, a professora pensa com os seus botões:

- Os argumentos do Joãozinho foram tão claros e ingênuos... Se o inverno e o verão fossem provocados pelo maior ou menor afastamento da Terra em relação ao Sol, deveria ser inverno ou verão em toda Terra. Eu sempre soube que enquanto é inverno em um hemisfério, é verão no outro. Então tem mesmo razão o Joãozinho. Não pode ser essa a causa do calor ou frio na Terra. Também é absolutamente claro e lógico que, se a Terra se aproxima e se afasta do Sol, este deveria mudar de tamanho aparente. Deveria ser maior quando mais próximo e menor quando mais distante.

- Como eu não havia pensado nisso antes? Como posso ter “aprendido” coisas tão evidentemente erradas? Como nunca me ocorreu, sequer, alguma dúvida

sobre isso? Como posso eu estar durante tantos anos “ensinando” uma coisa que eu julgava ciência e que, de repente, pode ser totalmente demolida pelo raciocínio ingênuo de um garoto, sem nenhum outro conhecimento científico?

Remoendo essas ideias, a professora se põe a pensar em tantas outras coisas que poderiam ser tão falsas e inconsistentes, como as “causas” para o verão e o inverno.

Haverá sempre um Joãozinho para levantar dúvidas? Por que tantas outras crianças aceitaram sem resistência o que eu disse? Por que apenas o Joãozinho resistiu e não “engoliu”?

No caso do verão e do inverno a inconsistência foi facilmente verificada. Se “engolimos” coisas tão evidentemente erradas, devemos estar “engolindo” coisas mais erradas, mais sérias e menos evidentes. Podemos estar tão habituados a repetir as mesmas coisas que já nem nos damos conta de que muitas delas podem ter sido simplesmente acreditadas; muitas podem ser simples “atos de fé” ou credence que nós passamos adiante como verdades científicas ou históricas.

### **ATOS DE FÉ EM NOME DA CIÊNCIA**

É evidente que não pretendemos nem podemos provar tudo aquilo que dizemos ou tudo o que nos dizem. No entanto, o episódio do Joãozinho levantara um problema sério para a professora.

Talvez a maioria dos alunos já esteja “domada” pela escola. Sem perceberem, professores podem estar fazendo exatamente o contrário do que pensam ou desejam fazer. Talvez o papel da escola tenha muito a ver com a nossa passividade e com os problemas do nosso dia-a-dia.

Todas as crianças têm uma nata curiosidade para saber os “comos” e os “porquês” das coisas, especialmente da natureza. À medida que a escola vai ensinando, o gosto e a curiosidade vão se extinguindo, chegando, frequentemente, à aversão.

Quantas vezes nossas escolas, não só a de Joãozinho, pensam estar tratando de Ciência por falar em coisas como átomos, órbitas núcleos, elétrons etc. Não são palavras difíceis que conferem à nossa fala o caráter ou status de coisa científica. Podemos falar das coisas mais rebuscadas e, sem querer, estamos impingindo a nossos alunos “atos de fé”, que nada dizem ou não são mais que uma credence, como tantas outras. Não é à toa o que se diz da escola: um lugar onde as cabecinhas entram redondinhas e saem quase todas “quadrinhas”.

### **CAPÍTULO 3**

#### **ATIVIDADE DIDÁTICA**

Os conteúdos aqui apresentados servirão como ponto de partida para que se possa introduzir noções do que acontece no espaço e permitir que os alunos, de forma metafórica, aflorem a sede científica e sejam preparados para uma iminente ascensão da humanidade como civilização planetária.

O professor poderá ainda problematizar o tema com os estudantes, questionando se eles já perceberam que em algumas épocas do ano chove mais do que em outras. Perguntar se eles sabem em qual período costuma chover mais na cidade em que vivem. Podem comentar com a turma sobre a paisagem, por exemplo, se ela muda ao longo do ano. Se há épocas com mais flores do que outras. Em relação à luminosidade dos dias, se já notaram que numa época do ano

os dias parecem mais longos do que em outras. Por que nos meses mais próximos do final do ano os dias são mais longos do que nos dias no meio do ano. Por que o horário de verão é realizado em algumas regiões e em outras não. E se eles reconhecem outros fenômenos periódicos anuais.

O professor pode pedir para alguns alunos desenhar na lousa como acreditam que seja a trajetória da Terra em torno do Sol. Apresentar à turma duas trajetórias uma oval e uma circular e perguntar a eles qual dessas trajetórias eles imaginam ser a mais correta, a com a órbita oval ou com a órbita terrestre praticamente circular? É importante ressaltar que a correta é a praticamente circular.

É muito comum que as pessoas pensem que as estações do ano se devem à distância entre a Terra e o Sol, ou seja, no verão, a Terra estaria mais perto do Sol, por isso seria mais quente. Alguns questionamentos feitos à turma seriam muito importantes para estimular a produção de novos conhecimentos. Perguntar à classe se os dois hemisférios terrestres têm as mesmas estações, concomitantemente, ou seja, quando é verão, por exemplo, no hemisfério Sul, também é verão no hemisfério Norte? Conversar sobre as diferenças das estações do ano nos hemisférios. Perguntar como podemos explicar que enquanto no hemisfério Sul estamos no Verão, no hemisfério Norte temos o inverno. Lembrar também, que as mudanças climáticas já ocasionaram várias alterações recentemente e que regiões em que antes não havia neve hoje esse fenômeno já pode ser encontrado.

Conversar, nesse momento, sobre a inclinação do eixo de rotação da Terra, indicando que ele está inclinado em aproximadamente  $23^{\circ}$  (graus)  $27'$  (minutos)  $33''$  (segundos) em relação a um eixo vertical também é bastante positivo. Chamar a atenção para o fato de que o eixo de rotação da Terra, durante uma translação completa em torno do Sol, não muda de inclinação e que isso possibilita as diferentes estações do ano. Explicar que é em função do movimento de translação e da inclinação do eixo terrestre que temos a definição das estações do ano. Se não fosse por essa inclinação, não teríamos as estações e o clima na Terra seria sempre o mesmo.

### 3.1. A Terra e o Sol

A Terra não é propriamente uma esfera, como sugerem as imagens que vemos dela. Sua superfície é irregular, sendo levemente achada nos pólos. O modelo físico da forma da Terra é chamado de geóide. Por ser assim, ao orbitar em torno do Sol, ela faz um trajeto ligeiramente oval e esse traçado recebe o nome de elíptica. O plano dessa trajetória é denominado eclíptica.

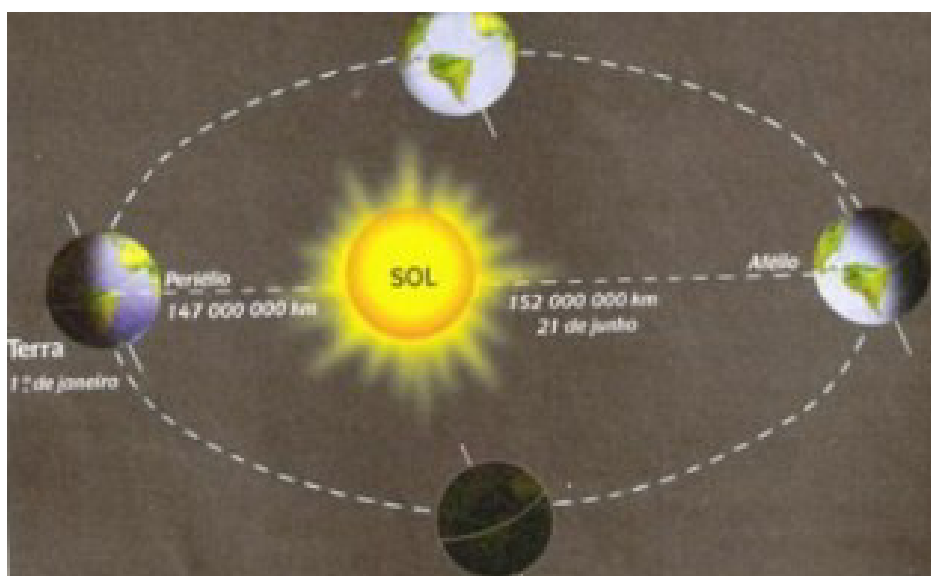


Figura 3.1 - Movimentos do planeta Terra.  
Fonte:brasilecola.uol.com.br.

Em alguns momentos durante sua órbita, a Terra se encontra mais próxima do Sol; em outros, mais distante. A menor distância entre o Sol e a Terra é denominada periélio e mede aproximadamente 147 milhões de quilômetros. Já o ponto em que a Terra se encontra mais distante do Sol, chamado de afélio, mede

aproximadamente 152 milhões de quilômetros. No periélio, a Terra atinge a velocidade máxima de sua órbita e, no afélio, a velocidade mínima. A velocidade média da Terra em torno do Sol é estimada em 29,78 quilômetros por segundo.

### 3.2. Movimento de rotação

Movimento de Rotação é o nome dado ao movimento da Terra em torno de seu próprio eixo, no sentido anti-horário. Um movimento completo de rotação dura 23h (horas), 56' (minutos) e 4" (segundos), ou aproximadamente 24 horas (um dia solar).

Como consequência do movimento de rotação terrestre temos a determinação dos dias e das noites em todos os pontos do planeta, o desvio para oeste da circulação atmosfera e das correntes marítimas e o nível do mar alguns metros mais elevado no litoral leste dos continentes em relação ao litoral oeste.

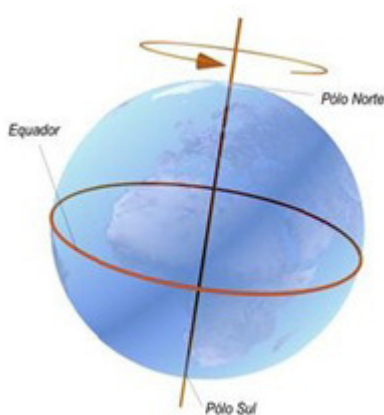


Figura 3.2 - Rotação da Terra.

Fonte:esquadraodoconhecimento.wordpress.com.

### 3.3. Translação da Terra

Translação é o movimento que a Terra faz ao redor do Sol. Ele dura aproximadamente 365 dias e seis horas, que corresponde a um ano. Como no nosso calendário o ano tem 365 dias, a cada ano sobram seis horas. Isso significa que a cada quatro anos um dia a mais é incorporado ao mês de fevereiro que, nesse ano, é formado por 29 dias. Em função do movimento de translação e da inclinação do eixo terrestre, temos a definição das estações do ano.

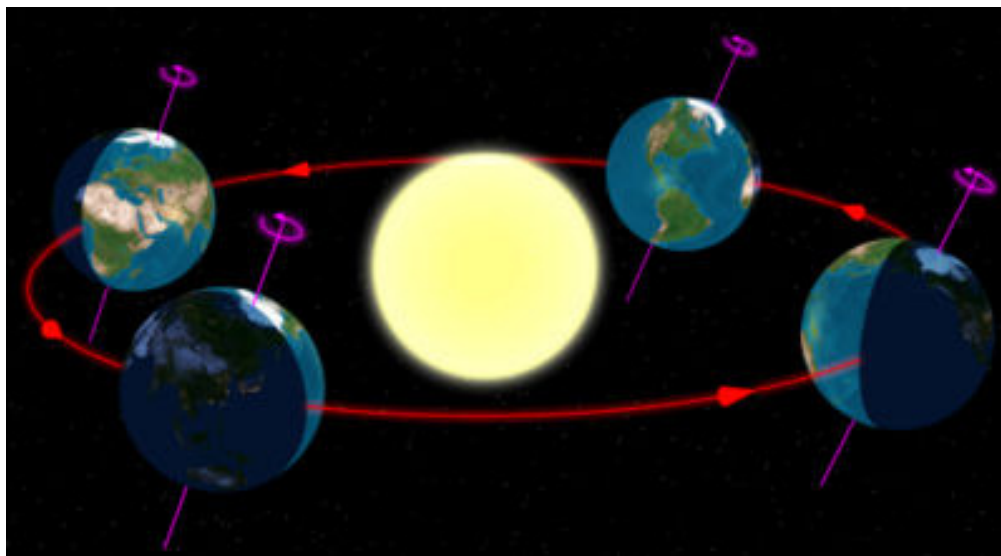


Figura 3.3 - Translação da Terra.

Fonte: [esquadraodoconhecimento.wordpress.com](http://esquadraodoconhecimento.wordpress.com).

### 3.4. Inclinação da Terra

A Terra apresenta inclinação de seu eixo em relação ao seu plano de órbita, à sua eclíptica. Essa inclinação é de  $66^{\circ}32'27''$ . Isso significa que esse eixo está inclinado  $23^{\circ}27'33''$  em relação ao eixo imaginário.

Justamente a  $23^{\circ}27'33''$  tanto para o norte como para o sul, partindo-se da linha do equador, encontramos a área de transição para as regiões tropicais, pois a fronteira dessas regiões é marcada pelas linhas imaginárias do Trópico de Câncer, ao norte, e do Trópico de Capricórnio, ao sul. Perceba que a soma dos graus de inclinação ( $23^{\circ}27'33'' + 66^{\circ}32'27''$ ) resulta em  $90^{\circ}$ , ângulo formado entre o eixo terrestre e o plano da eclíptica. A latitude máxima tanto no hemisfério norte como no hemisfério sul é de  $90^{\circ}$ . A diferença entre  $90^{\circ}$ , a latitude máxima, e o ângulo de inclinação do planeta em relação à eclíptica  $66^{\circ}32'27''$  nos dá a localização das linhas de trópicos  $23^{\circ}27'33''$ .

A linha do Trópico de Câncer marca o maior ângulo que o Sol fica a pino ao meio-dia no hemisfério norte. A linha do Trópico de Capricórnio marca o maior ângulo que o Sol fica a pino ao meio-dia no hemisfério sul. É a zona intertropical que a irradiação solar chega a  $90^{\circ}$  no solo, variando o local ao longo do ano.



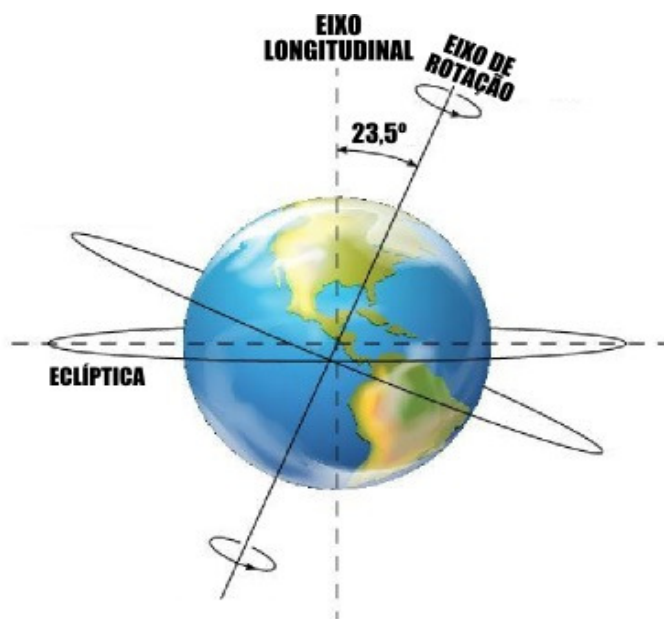


Figura 3.4 - Inclinação da Terra.

Fonte: <https://contatoalienigena.blogspot.com.br>.

As outras regiões que marcam as transições regionais das incidências da irradiação solar são as polares. Elas também são definidas levando-se em consideração a inclinação do eixo terrestre. Essas regiões se iniciam ao  $66^{\circ}32'27''$  ( $90^{\circ}$  menos  $23^{\circ}27'33''$ ) tanto no norte quanto no sul. As linhas imaginárias demarcatórias do início dessas regiões denominam-se Círculo Polar Ártico, no norte, e Círculo Polar Antártico, no sul. Nessas regiões, de acordo com o ângulo de inclinação, os raios solares não incidem diretamente sobre a Terra.

Com essas informações, é possível verificar melhor as principais consequências do movimento de translação. Ele determina as estações do ano. Por conta da inclinação do eixo terrestre, no dia 21 de dezembro, o hemisfério sul recebe os raios solares perpendicularmente ao Trópico de Capricórnio, marcando o dia mais longo do ano, com mais horas de insolação. É o solstício de verão no hemisfério sul. No hemisfério norte se dá o oposto: a inclinação do eixo terrestre é máxima e os raios solares pouco intensos. Tem início o solstício de inverno. Após seis meses, as posições se invertem.

Seguindo seu movimento de translação entre os dias 21 e 23 de março e 21 e 23 de setembro, a Terra recebe a incidência dos raios solares perpendicularmente no equador; as mesmas condições de insolação ocorrem nos trópicos de Câncer e de Capricórnio. Essa situação é denominada de equinócio. Entre 21 e 23 de março,

ocorre o equinócio de primavera, no hemisfério norte, e o equinócio de outono, no hemisfério sul. Em setembro, a situação se inverte. Durante o equinócio, os dias e as noites têm o mesmo período de duração 12 horas.



Figura 4.5 - Estações do Ano.  
Fonte: [geografiauesc.blogspot.com.br](http://geografiauesc.blogspot.com.br).

## CAPÍTULO 4

### ROTEIRO EXPERIMENTAL

#### 4.1. Introdução

Neste capítulo, é apresentado um tutorial para montagem e instalação do Solarscópio, que poderá servir de guia para os interessados em produzir e utilizar um equipamento destes. Para a construção do Solarscópio, é foram escolhidos materiais simples, que pudessem ser encontrado facilmente no comércio, lojas de materiais de construção e lojas de materiais de informática. Ao final do capítulo será apresentado na seção 5.7 uma sugestão aplicação pedagógica do equipamento, que foi utilizada com sucesso neste trabalho.

#### 4.2. Materiais utilizados

. Na tabela 5.1 é apresentada a lista de materiais utilizados.

Tabela 4.1 - Lista de materiais utilizados no Solarscópio

Descrição do Material	Quantidade	Obtenção do Material
Tubo de PVC de 150mm de diâmetro para instalações sanitárias	30cm	Lojas de material de construção.
CAP de PCV de 150mm de diâmetro para instalações sanitárias	02	Lojas de material de construção.
Anel de vedação de borracha para CAP de 150mm	02	Lojas de material de construção.
Minicâmera de vigilância com lente de 3,6mm	01	Lojas de componentes eletrônicos ou de segurança.
Fonte de alimentação elétrica para a minicâmera	01	Lojas de componentes eletrônicos ou de segurança.
Vidro de relógio de pìrex de 70mm de diâmetro*	01	Lojas de produtos para laboratórios.
Gabarito de coordenadas polares	01	Impresso em papel, de preferência fotográfico.
Íris de plástico rígido escuro com diâmetro de 2cm e furo central de 1mm	01	Cortada e furado de um pedaço de plástico preto.
Cabos e conectores conforme o tipo de micro câmera utilizada	Diversos	Lojas de componentes eletrônicos ou de segurança.
Televisão ou monitor de computador**	01	Lojas de componentes eletrônicos ou de segurança.
Gravador de vídeo digital para câmeras de segurança	01	Lojas de componentes eletrônicos ou de segurança.

\* Pode ser substituído por uma lâmina ou cúpula de vidro transparente.

\*\* No estado do Paraná, podem-se utilizar as TV pendrive disponíveis na maioria das salas de aula.

### 4.3. Esquema de montagem do Solarscópio

Um esquema geral de montagem é apresentado na figura 5.1. O corpo principal da montagem é constituído por um tubo de PCV de 150mm cortado num comprimento de 30 cm fechado por dois CAPs de PVC de 150mm com dois anéis de vedação de borracha. São utilizados PVCs para instalações sanitárias, geralmente de cor branca, que são mais baratos e podem ser facilmente conectados com o uso de anéis de vedação, evitando, assim, a entrada de água de chuva.

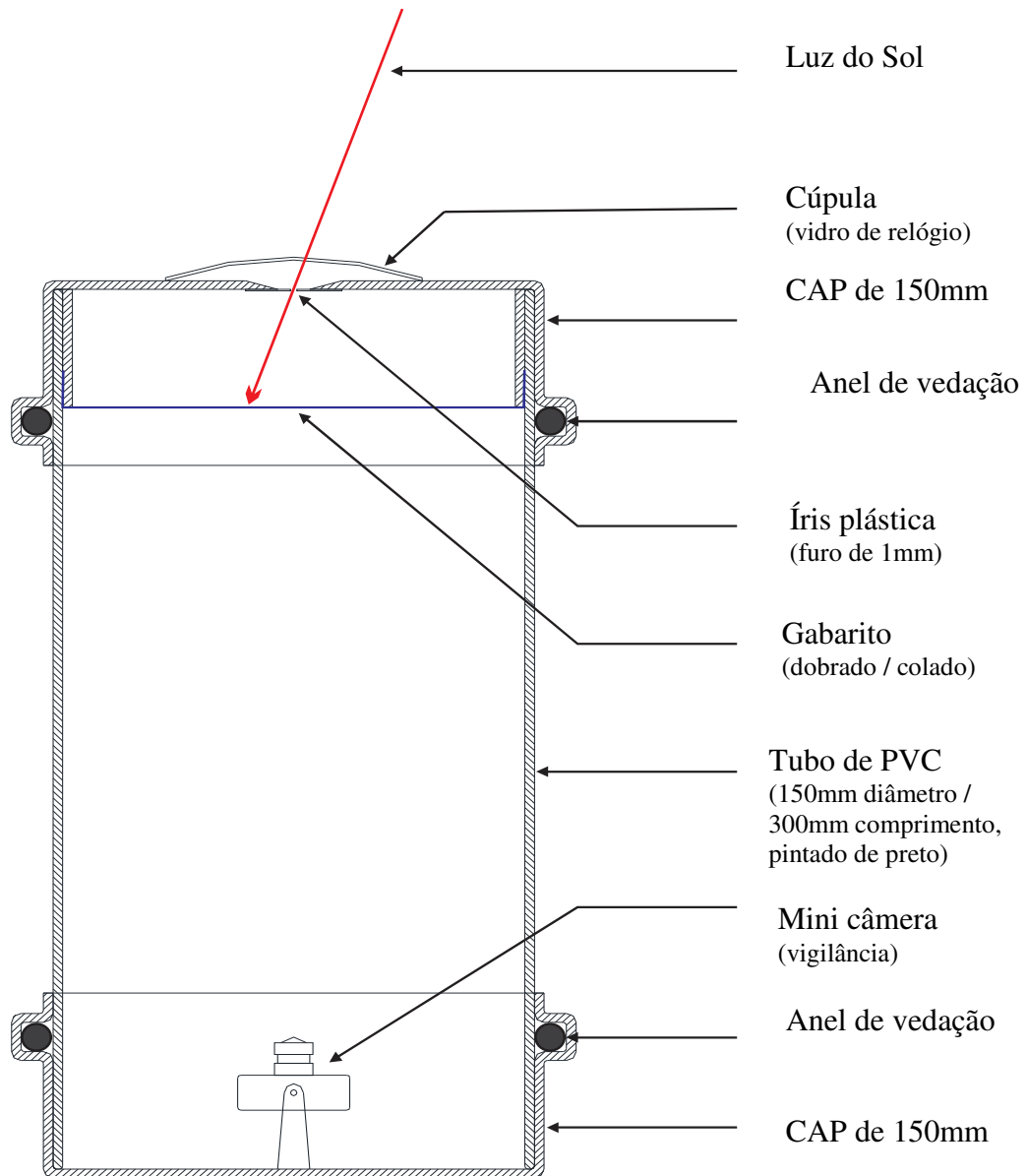


Figura 4.1 - Esquema de Montagem do Solarscópio.

A minicâmera de vigilância usada é da Intelbras, com uma lente de 3,6mm. Esta câmera utiliza um sensor Sony e produz um sinal de vídeo, composto com 600 linhas horizontais, que podem ser captados diretamente por televisores normais (sem alta definição), como as TV pendrive presentes na maioria das salas de aula das escolas estaduais do Paraná. Para alimentação, a câmera precisa de uma fonte de 12V com uma corrente de 100mA, que costuma ser adquirido junto com a câmera. Outras câmeras podem ser utilizadas visando a uma imagem de melhor qualidade.

Para gravação das imagens, foi utilizado um aparelho de vídeo vigilância (DVR) da marca LuxVision modelo DVR6004T-H com disco rígido de armazenamento de 1 Terabyte, suficiente para alguns anos de armazenamento, conforme a configuração.

#### 4.4. Gabarito do Solarcópio

Para a confecção do gabarito do Solarscópio, é necessário calcular a posição de incidência do raio de luz solar conforme a inclinação do Sol. Na figura 5.2 é representada esta incidência e o ângulo solar ( $\alpha$ ) com relação ao horizonte.

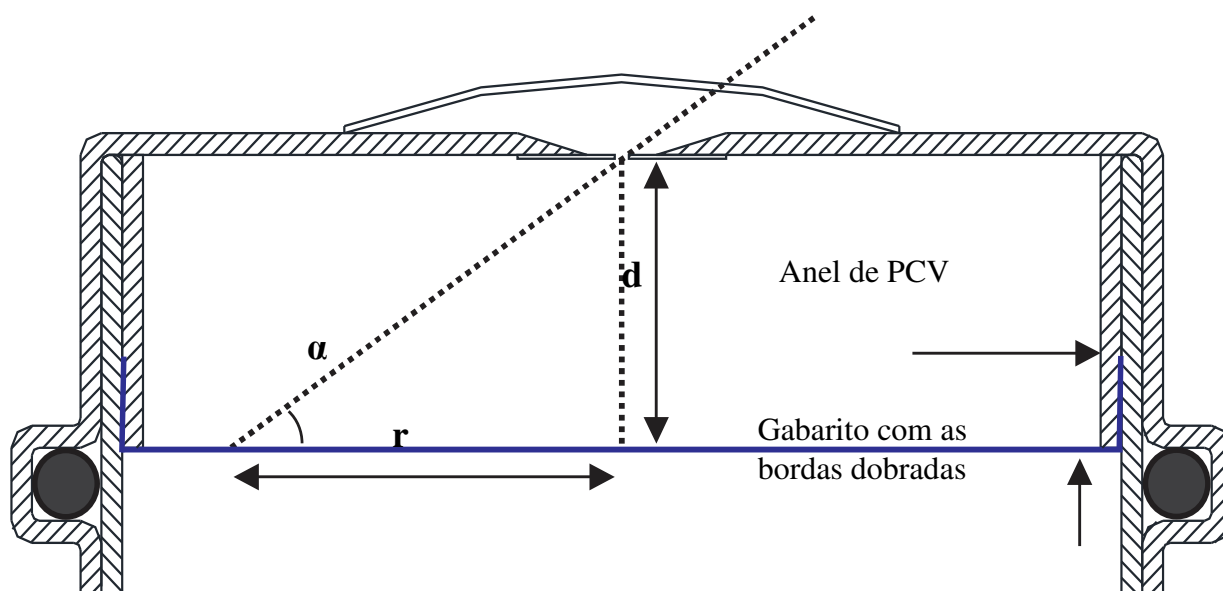


Figura 4.2 - Incidência do raio luminoso solar no gabarito para um determinado ângulo de inclinação do Sol ( $\alpha$ ) em relação à horizontal.

Utilizando um pouco de trigonometria calcula-se a posição de incidência do raio ( $r$ ):

$$\tan(\alpha) = \frac{d}{r}$$

$$r = \frac{d}{\tan(\alpha)}$$

onde  $d = 40 \text{ mm}$  Na tabela 5.2 é apresentado os valores de raios para os principais ângulos de elevação: 10°, 20°, 30°, 40°, 50° e 60°.

Tabela 4.2 - Valores do raio do círculo de elevação solar para o gabarito

Ângulo ( $\alpha$ )	Tangente do ângulo $\tan(\alpha)$	Raio do círculo de elevação (r)
10°	0,176	7,0 mm
20°	0,364	14,5 mm
30°	0,577	23,0 mm
40°	0,839	33,5 mm
50°	1,192	47,5 mm
60°	1,732	69,5 mm

A figura 4.3 apresenta um gabarito para o Solarscópio.

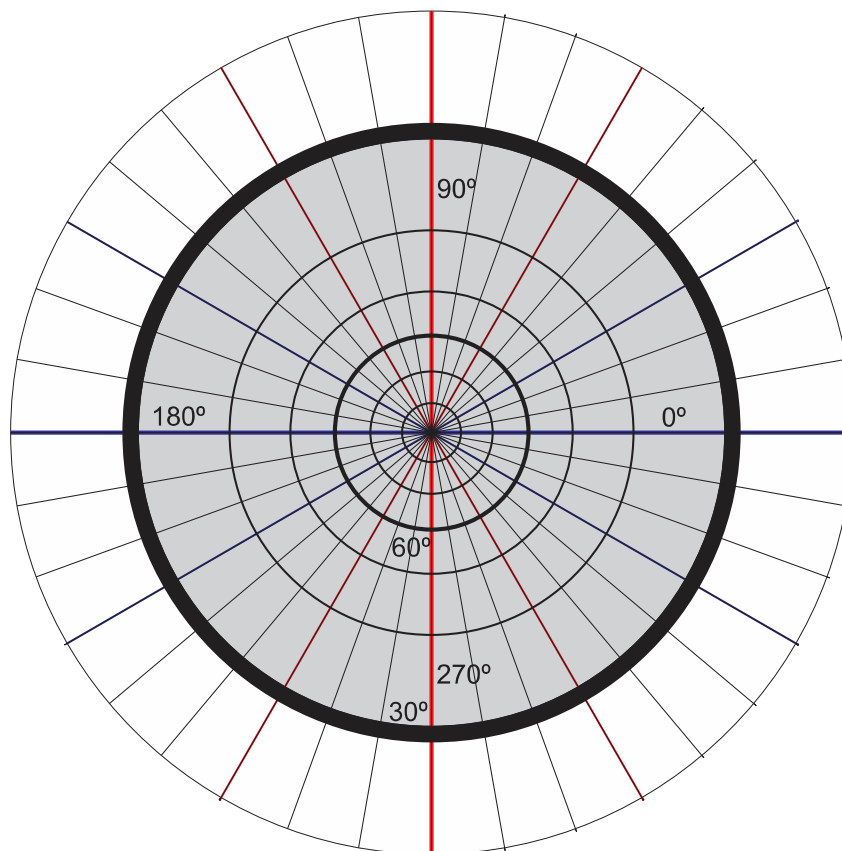


Figura 4.3 – Gabarito.

#### 4.5. Instalação do Solarscópio

O equipamento foi instalado sobre uma base de alumínio parafusada numa viga lateral do teto do Colégio Estadual Rodrigues Alves do município de Maringá (PR) (Figura 4.4).



Figura 4.4 - Equipamento instalado sobre uma base de alumínio parafusada numa viga do telhado.

A câmera e o gabarito foram alinhados no sentido norte sul com o auxílio de uma bússola. A base e o tubo foram alinhados na horizontal e vertical, com o auxílio de um nível de bolha, conforme Figuras 4.5 e 4.6.



Figura 4.5 - Alinhamento da câmera (norte-sul) e da base de alumínio (horizontal).



Figura 4.6 - Alinhamento do Gabarito (norte-sul) e do Tubo de PVC (vertical).



#### 4.6. Teste do Solarscópio

O uso deste equipamento é simples e direto. Basta alimentar a câmera de vigilância com uma fonte de tensão de 12V e ligando a saída de sinal de vídeo (AV) diretamente numa televisão.

Na Figura 4.7 é mostrada a foto da tela de uma televisão LCD recebendo o sinal do equipamento. A imagem do Sol pode ser observada como uma pequena mancha muito clara perto do centro da imagem. O gabarito pode ser utilizado para marcar uma leitura da posição angular do Sol, sabendo que a marcação de latitude se estende de 30° a 90° celestial.

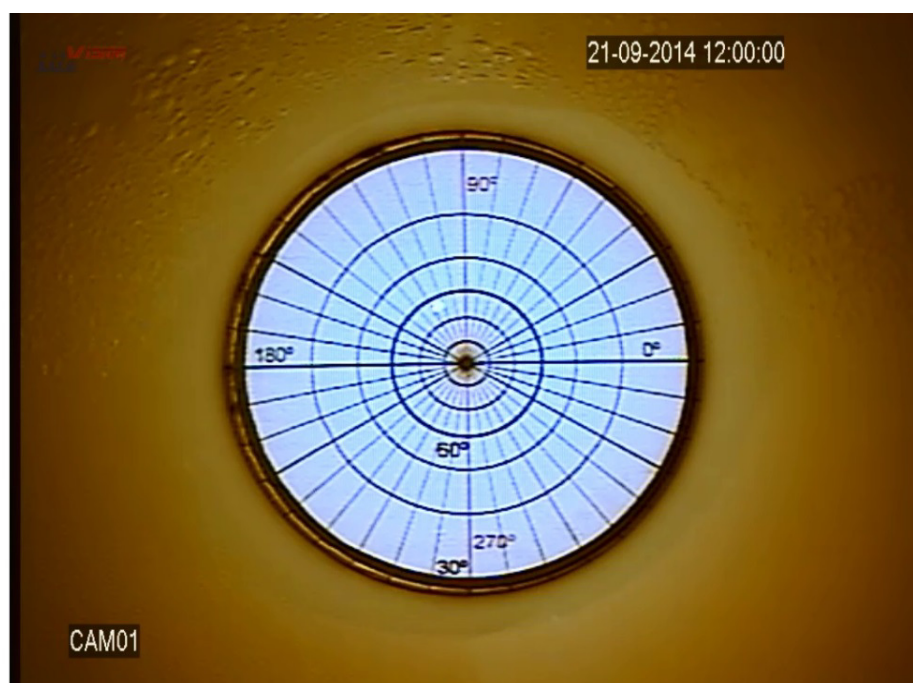


Figura 4.7 - Imagem do gabarito iluminado Montagem final do equipamento para observação solar.

#### 4.7. Aplicação pedagógica

O equipamento foi instalado em 20 junho de 2014, visando ao acompanhamento do solstício de inverno (23 de junho) e o movimento do sol até 21 de dezembro deste ano pelos alunos da primeira série do Ensino Médio. Ele foi colocado num espaço aberto e conectado a uma televisão multimídia, presente na maioria das salas de aulas do estado do Paraná.

Os alunos puderam acompanhar e anotar o aparente movimento solar de dentro da sala de aula, por vários dias, durante o turno escolar matutino neste

período de 6 meses, geralmente das 10h30m às 11h:50m. Estas observações, frequentemente, foram acompanhadas de questionamentos e discussões sobre mudanças de posições do sol em função dos dias e fomentavam dúvidas sobre ciência, principalmente, sobre astronomia. Esta motivação induziu mudanças do comportamento pedagógico das aulas de física, havendo a inclusão de temas de interesse dos próprios alunos.

Na sequência, reproduzido as imagens gravadas em alta velocidade, os alunos puderam visualizar rapidamente o movimento solar durante um dia completo. Esta prática foi realizada por diversos dias com os alunos. Comparando o movimento em dias diferentes, os alunos comprovaram que o trajeto solar muda com a época do ano.

A partir das imagens gravadas, foram montados gráficos com a posição do Sol em função dos horários do dia. Na Figura 4.8 é apresentado o gráfico das posições solares durante o equinócio de primavera de 2014 (21 de setembro de 2014).

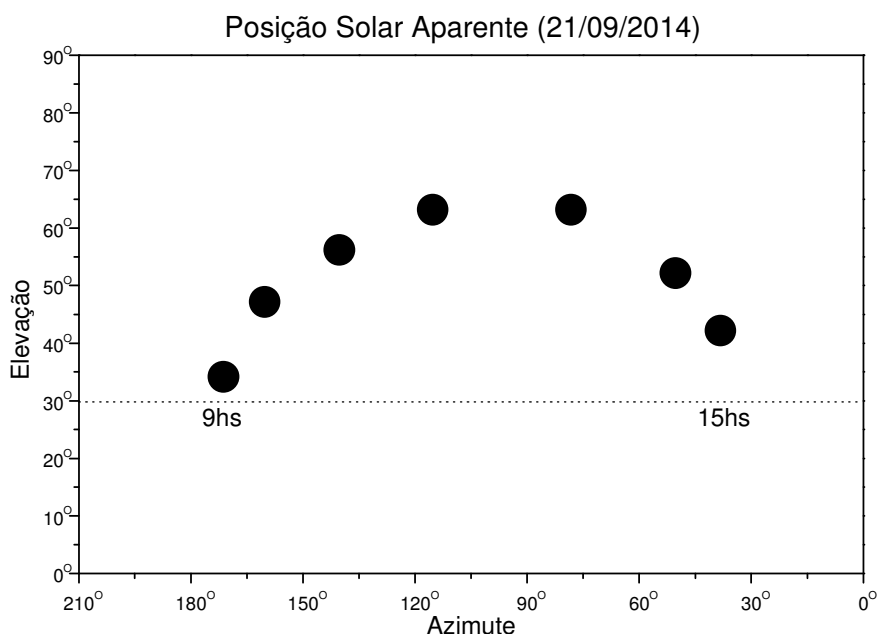


Figura 4.8 - Posições Aparentes do Sol em 21 de setembro de 2014 às 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15 horas.

Com os dados obtidos, foi possível verificar o solstício de inverno e verão e o equinócio de primavera com os alunos.

Além das observações diárias, foram ministradas com a turma da primeira série do Ensino Médio o total de quatro horas/aula. O horário da turma facilitou a aplicação do projeto por terem duas aulas semanais geminadas. Nas duas primeiras aulas foram trabalhadas problematizações extraídas do site <http://rede.novaescolaclube.org.br>. Foi elaborado um questionário sobre o conteúdo do site.

Os resultados do questionário mostraram que a cerca 83% dos alunos apresentaram dúvidas em relação à órbita da terra, inclinação e estações do ano. Eles relataram, na sua maioria, pensar que as estações do ano eram consequências da aproximação e afastamento da Terra em relação ao Sol durante sua órbita.

Este questionário despertou na turma um grande interesse sobre o assunto. Surgiram vários questionamentos, inclusive sobre a formação do universo, cometas, buracos negros e se o homem realmente esteve na Lua.

Nas duas aulas seguintes, foram apresentados aos alunos os resultados finais das imagens do Solarscópio, filmadas durante o ano de 2014 nas dependências do colégio Rodrigues Alves de Maringá Paraná. Para isso os alunos foram levados na sala 19 do colégio onde estavam instalados o DVR e o aparelho Solarscópio. Mostradas as imagens colhidas durante o ano de 2014, os alunos fizeram uma análise das imagens e dos gráficos. Foi mostrado novamente como foi instalado o aparelho Solarscópio e seu funcionamento. Em seguida, os alunos foram divididos em grupos para uma análise das imagens impressas das posições aparentes do Sol colhidas do aparelho Solarscópio dos dias 21 de junho, 21 de julho, 21 de agosto, 21 de setembro, 21 de outubro, 19 de novembro e 20 de dezembro de 2014, às 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15 horas.

Sobre os resultados obtidos das análises das imagens, observações importantes podem ser relatadas: as imagens dos dias 21 de novembro e do dia 21 de dezembro de 2014 não foram utilizadas, pois nesses dias estava nublado e as imagens aparentes do Sol não foram nítidas. Por isso, foram utilizadas as imagens dos dias 19 de novembro e 20 de dezembro de 2014. Os alunos observaram e apontaram que as elevações e azimutes das imagens aumentavam gradativamente do dia 21 de junho de 2014, no horário das 12 horas, até 20 de dezembro de 2014,

no mesmo horário. Eles puderam observar que, no solstício de inverno, a elevação aparente do Sol é menor do que a elevação aparente do Sol no solstício de verão.

Durante a aula, foi demonstrado também que a diferença de distâncias entre o afélio e o periélio entre a Terra e o Sol é aproximadamente 3%, reforçando o fato da elipse da órbita ser muito pouco excêntrica.

Também foi discutido que a temperatura na superfície da Terra depende da absorção do fluxo de energia solar, o qual está definido como a energia dividida pela área de uma esfera que contém o Sol. Na posição da Terra o fluxo é  $F = E_0 / 4 D^2$ .

Portanto, a quantidade de energia absorvida entre a posição do afélio e a do periélio é  $F_E = (D_{\text{periélio}} / D_{\text{afélio}})^2 = 0,97^2 = 0,94$  (todos os outros fatores se cancelam quando dividimos). Este 6 % de diferença não pode, evidentemente, ser a causa da grande variação de temperatura entre o inverno e o verão. Por outro lado, a inclinação dos raios solares devido à inclinação do eixo da Terra em relação à eclíptica tem um efeito bem maior, que pode ser compreendido como se a área iluminada “encolhesse”.

Foi dado o exemplo aos alunos, que devido à inclinação do eixo, no verão, em São Paulo, por exemplo, encontra-se praticamente no zênite, enquanto a altura máxima no inverno é de  $43,5^\circ$  ( $23^\circ$  de latitude sul +  $23,5^\circ$  da inclinação do eixo, ou seja  $46,5^\circ$  do zênite ou  $43,5^\circ$ ), conforme mostra a figura 4.9 e 4.10.

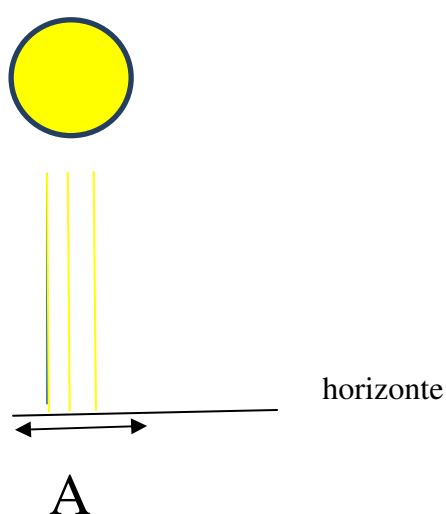


Figura 4.9

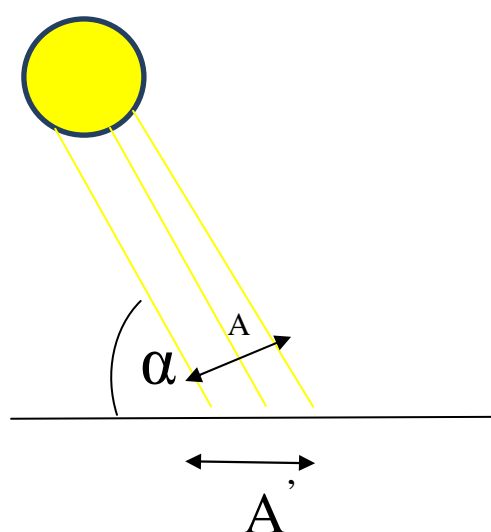


Figura 4.10.

Assim, para um mesmo fluxo de energia solar, o quociente deste fluxo dividido, a área efetiva projetada (também chamado de iluminação), é  $\text{sen } 90^\circ / \text{sen } 43,5^\circ = 1,45$ . Vemos assim que há 45% de diferença na iluminação da superfície da Terra entre o verão e o inverno, causa principal do aumento da temperatura média.

Ao final da aula foi pedido para que os alunos fizessem um relatório individual com a exposição de suas ideias sobre a aula ministrada, o qual foi utilizado como instrumento de avaliação.

Os resultados obtidos com os relatórios feitos pelos alunos foram satisfatórios. Todos os alunos presentes apresentaram desempenho positivo e os objetivos pedagógicos foram alcançados.

## **CAPÍTULO 5. RESULTADOS**

Neste trabalho, apresentamos um equipamento didático simples e seguro para estudar qualitativa e quantitativamente o movimento solar. Ele permite observar e registrar o movimento aparente do sol diário e anual por meio de filmagens realizadas por uma câmara de vigilância num dispositivo de visualização indireta, feito com material de construção simples.

As figuras 5.1 até 5.7 apresentam as imagens do dia 21 de junho de 2014, entre as 9 horas até as 15 horas. Os resultados destas imagens estão na Figura 5.8. As figuras 5.9 até 5.15, apresentam as imagens do dia 21 de julho de 2014, entre as 9 horas até as 15 horas. Os resultados destas imagens estão na Figura 5.16. As Figuras 5.17 até 5.23, apresentam as imagens do dia 21 de agosto de 2014, entre as 9 horas até as 15 horas. Os resultados destas imagens estão na Figura 5.24. As Figuras 5.25 até 5.31, apresentam as imagens do dia 21 de setembro de 2014, entre as 9 horas até as 15 horas. Os resultados destas imagens estão na Figura 5.32. As Figuras 5.33 até 5.39, apresentam as imagens do dia 21 de outubro de 2014, entre as 9 horas até as 15 horas. Os resultados destas imagens estão na Figura 5.40. As Figuras 5.41 até 5.47, apresentam as imagens do dia 19 de novembro 2014, entre as 9 horas até as 15 horas. Os resultados destas imagens estão na Figura 5.48. As Figuras 5.49 até 5.55, apresentam as imagens do dia 20 de dezembro de 2014, entre as 9 horas até as 15 horas. Os resultados destas imagens estão na Figura 5.56. (As figuras correspondentes a estes outros dias estão ao final deste trabalho em um apêndice). Nos meses de novembro e dezembro não foi possível obter resultados dos dias 21, devido às condições de tempo.

Os gráficos mostram claramente a mudança de trajetória solar. No dia 21 de junho, foram observados os menores valores de azimute e elevação. Os maiores valores de azimute e elevação foram observados no dia 20 de dezembro, dia em que o equipamento conseguiu obter somente valores nas horas iniciais e finais do dia.

No dia 21 de junho foi o solstício de inverno, que pode ser observado na figura 5.8, com os menores valores de azimute e elevação observados no período. Isso está de acordo com a definição do solstício de inverno.

No dia 21 de setembro (Figura 5.32) foi o equinócio de primavera. Nos dados obtidos pudemos observar um valor médio de elevação e azimute.

O solstício de verão foi no dia 21 de dezembro, dia em que não obtivemos imagens nítidas da trajetória do sol. Por isso, foram analisadas as imagens do dia 20 de dezembro (Figura 5.56), dia mais próximo do solstício de verão. Os valores obtidos de azimute e elevação foram os maiores do período. Às 9 horas, o valor de elevação foi de  $42^{\circ}$  e às 15 horas foi observado uma elevação de  $55^{\circ}$ , que indica um grande período de insolação antes das 9 horas e depois das 15 horas. No solstício de verão teremos mais horas de insolação, o que está de acordo com os resultados.

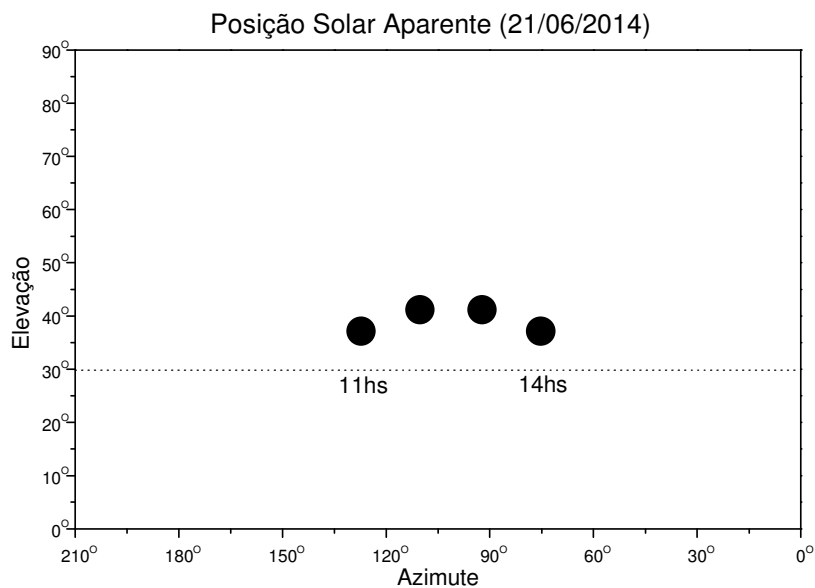


Figura 5.8 - Posições Aparentes do Sol em 21 de junho de 2014, às 11, 12, 13 e 14 horas.

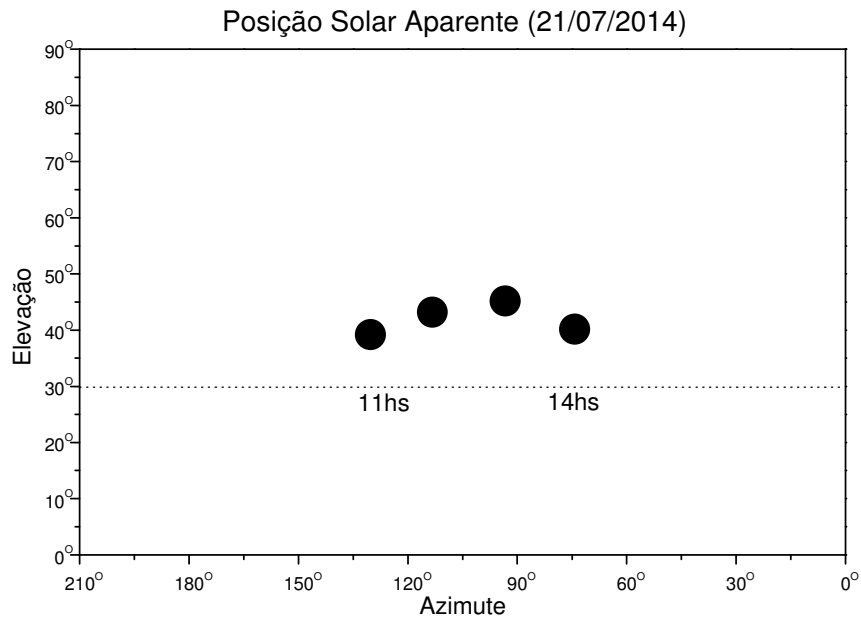


Figura 5.16 - Posições aparentes do Sol em 21 de julho de 2014, às 11, 12, 13 e 14 horas.

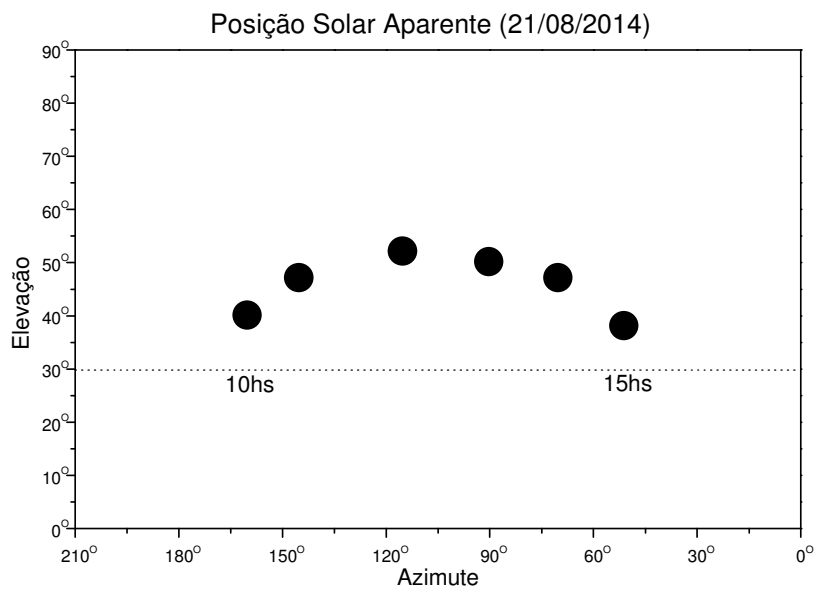


Figura 5.24 - Posições aparentes do Sol em 21 de agosto de 2014, às 10hs, 11hs, 12, 13, 14 e 15 horas.



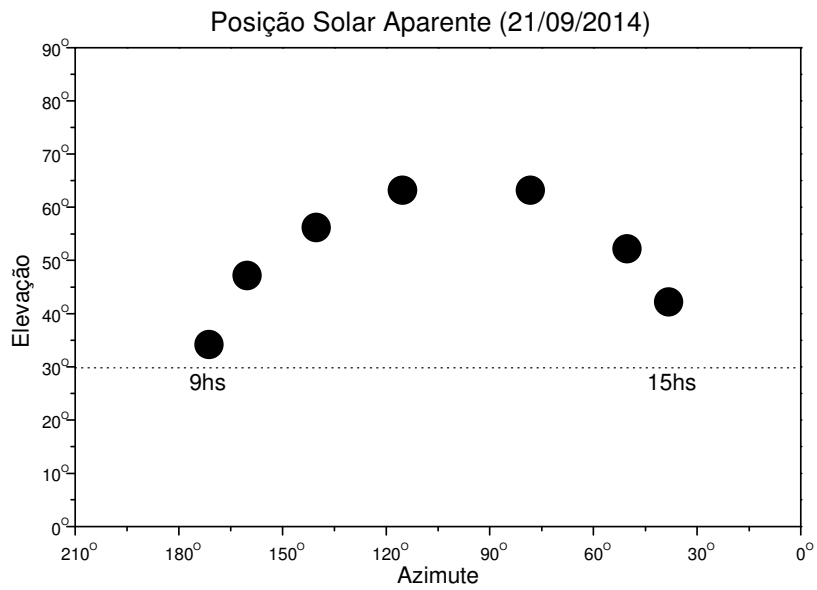


Figura 5.32- Posições aparentes do Sol em 21 de setembro de 2014, às 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15 horas.

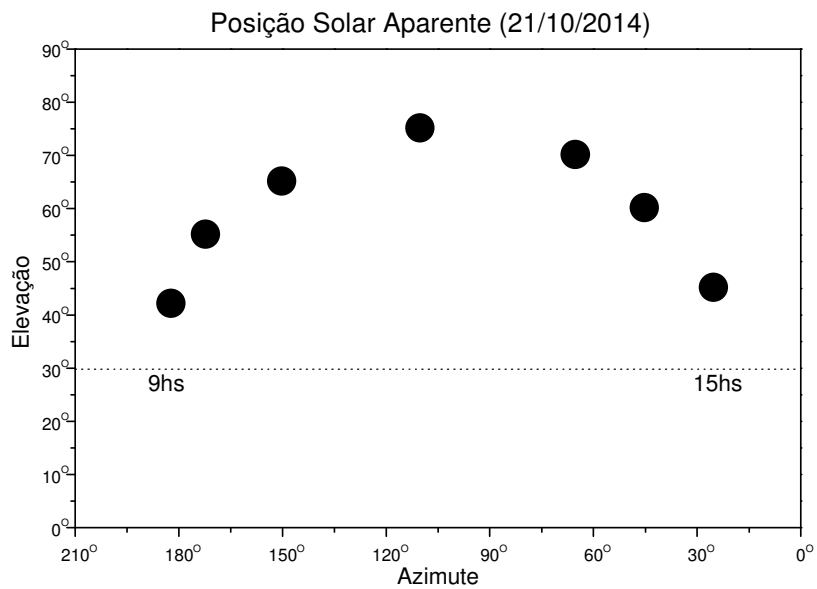


Figura 5.40 - Posições Aparentes do Sol em 21 de outubro de 2014 às 9hs, 10hs, 11, 12, 13, 14 e 15 horas.

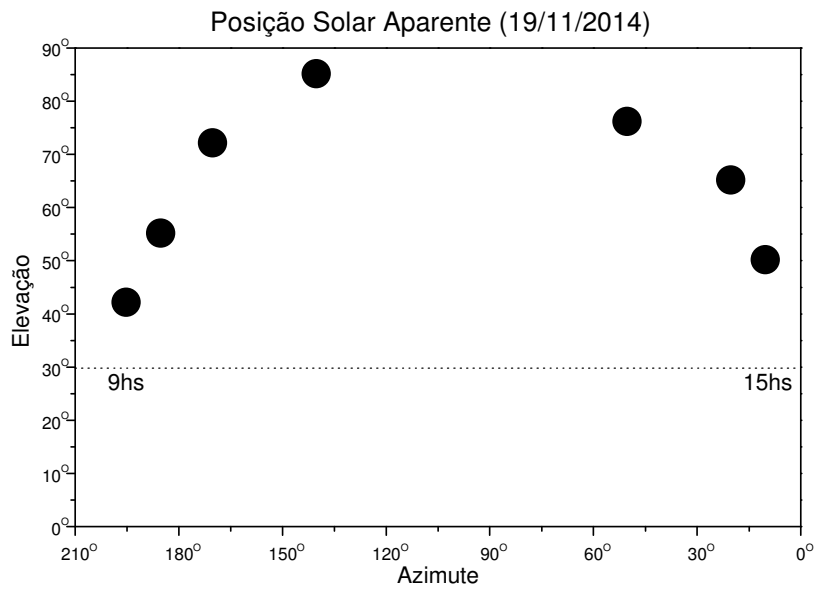


Figura 5.48 - Posições aparentes do Sol em 19 de novembro de 2014, às 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15 horas.

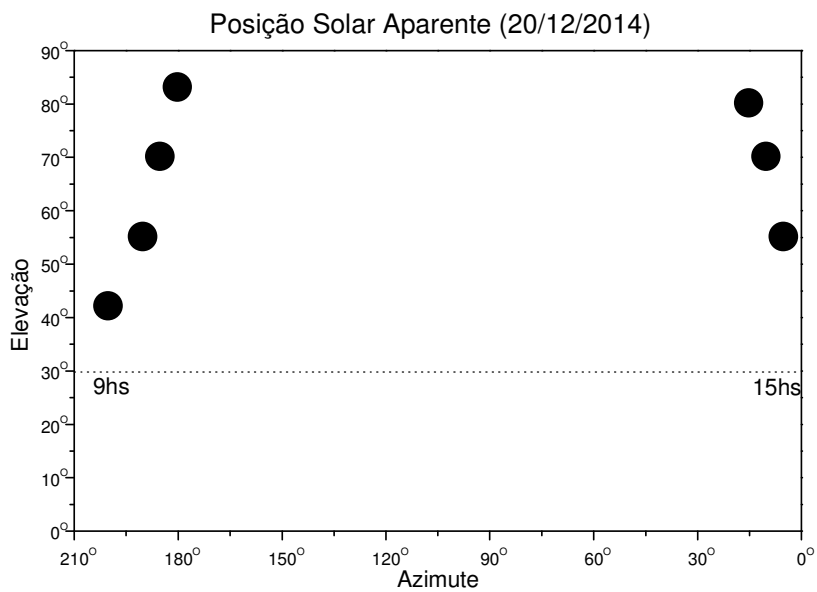


Figura 5.56 - Posições aparentes do Sol em 20 de dezembro de 2014 às 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15 horas.

## **CAPÍTULO 6**

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Como essa pesquisa, podemos concluir que, ao adotar a experimentação e propor atividades experimentais, o professor, mais do que explicar um fenômeno físico, instiga o aluno a ter uma posição mais questionadora. Ao permitir e aguçar os fatos relativos ao conteúdo, o professor abre espaço para que o aluno explicita suas idéias e organize suas dúvidas e as novas possibilidades de aprender.

A problematização de situações que envolvam um conteúdo físico possibilitou aos estudantes levantarem hipóteses na tentativa de explicar as questões propostas pelo professor.

O equipamento utilizado funcionou corretamente, sem apresentar problemas técnicos durante período de um ano. Os dados dos primeiros seis meses foram utilizados pelos alunos e neste trabalho. O equipamento ficou por mais 6 meses para observar o seu funcionamento, e durante todo o período de um ano não houve necessidade de realizar manutenção no mesmo.

Havia um receio de que o interesse dos alunos diminuiria com o tempo. Pelo contrário, o envolvimento dos alunos por cerca de seis meses mostrou que quando motivados corretamente os mesmos respondem positivamente. Isto mostra que experimentos de longa duração podem e devem ser realizados com os alunos. Além de mostrar resultados consistentes, eles mudam o conceito que a ciência é feita somente ao acaso, sem planejamento e trabalho duradouro. Os alunos foram colocadas em uma situação de aprendizagem de tolerância e longanimidade.

Da turma de trinta e três alunos, um núcleo de cerca de oito alunos mostraram um maior interesse do que os outros durante todo o experimento. Este núcleo se constituiu independentemente na turma. O trabalho de acompanhamento do experimentos foi feito por vontade própria, sem pressão do professor, somente com orientação.

Espera-se, portanto, que com essa proposta pedagógica possa auxiliar professores do Ensino Fundamental e Médio, tanto da rede pública quanto privada, a encaminhar um novo encanto ao aprendizado de Física. O Solarscópico, recurso bastante acessível, pode representar mudanças significativas e abrir novas possibilidades para o conhecer e o aprender.

## 7. APÊNDICES

### APÊNDICE A



### ***EQUIPAMENTO DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA***

Solarscópio: Equipamento para a filmagem e gravação do movimento aparente do Sol.

***Autor: Claudinei Antonio da Silva***  
***Orientador Prof. Dr. Ronaldo Celso Viscovini***

MARINGÁ  
2016

## 1. Introdução

As análises e estudos referentes ao ensino de astronomia nos mostram que estudantes do Ensino Fundamental e Médio não conseguem relacionar os conceitos discutidos em sala de aula com os fenômenos astronômicos observáveis na natureza.

Também demonstram que os alunos fazem uso de concepções alternativas e equivocadas na explicação dos mais diversos fenômenos relativos à astronomia. As principais concepções alternativas encontradas no ensino, em geral, são de que as diferenças entre as estações do ano são causadas pela distância da Terra em relação ao Sol; há a persistência de uma visão geocêntrica do Universo e de que ao meio dia o sol estará sempre a pino.

Faz-se necessário um novo olhar para o ensino de Astronomia para que o mesmo não seja simplesmente oferecido para ser memorizado pelos alunos de forma abstrata e desarticulada da realidade. As atividades práticas de observação e experimentação podem ser fundamentais para a aprendizagem de conceitos astronômicos, pois despertam o fascínio, a curiosidade e o interesse, desencadeando interações ricas e produtivas com relação à construção do saber como um todo.

Por meio das atividades experimentais o aluno participa da resolução dos problemas e aprende a raciocinar questionando, investigando, trocando ideias a respeito dos fenômenos em estudo. Dessa forma, essas atividades contribuem para a superação de obstáculos na aprendizagem de conceitos científicos. Reconhecer um fenômeno astronômico é extremamente atraente e motivador. “Os fenômenos astronômicos fornecem um farto material de observações que podem ser trabalhados e conduzidos a um modelo científico do fenômeno”.

Observar e analisar o comportamento do sol ao longo do dia e do ano é muito interessante para construção de vários conceitos astronômicos, porém exige cuidados para que essas observações não prejudiquem a visão da verdade. Olhar diretamente para o sol sem proteção adequada pode ocasionar danos irreversíveis para visão. As células responsáveis pela visão, quando expostas à radiação ultravioleta presente na luz solar, durante um período prolongado, pode sofrer danos temporários ou, em casos extremos, levar à cegueira permanente.

Uma alternativa para acompanhar o movimento diário do sol é o uso dos relógios solares ou gnômons. Estes equipamentos exigem um acompanhamento

local e geralmente por um longo período, o que pode atrapalhar a dinâmica acadêmica.

Nesse contexto, a proposta desse trabalho é apresentar um experimento simples e seguro para observar, registrar e estudar o movimento aparente do sol diário e anual por meio de filmagens registradas por uma câmara de vigilância num dispositivo de visualização indireta.

## 2. Materiais utilizados

Tabela 1 - Lista de materiais utilizados no Solarscópio

Descrição do material	Quantidade	Obtenção do material
Tubo de PVC de 150mm de diâmetro para instalações sanitárias	30cm	Lojas de material de construção.
CAP de PCV de 150mm de diâmetro para instalações sanitárias	02	Lojas de material de construção.
Anel de vedação de borracha para CAP de 150mm	02	Lojas de material de construção.
Minicâmera de vigilância com lente de 3,6mm	01	Lojas de componentes eletrônicos ou de segurança.
Fonte de alimentação elétrica para a minicâmera	01	Lojas de componentes eletrônicos ou de segurança.
Vidro de relógio de pirex de 70mm de diâmetro*	01	Lojas de produtos para laboratórios.
abarito de coordenadas polares	01	Impresso em papel, de preferência fotográfico.
Íris de plástico rígido escuro com diâmetro de 2cm e furo central de 1mm	01	Cortada e furado de um pedaço de plástico preto.
Cabos e conectores conforme o tipo de micro câmera utilizada	Diversos	Lojas de componentes eletrônicos ou de segurança.
Televisão ou monitor de computador**	01	Lojas de componentes eletrônicos ou de segurança.
Gravador de vídeo digital para câmeras de segurança	01	Lojas de componentes eletrônicos ou de segurança.

\* Pode ser substituído por uma lâmina ou cúpula de vidro transparente.

\*\* No estado do Paraná, podem-se utilizar as TVs pendrive disponíveis na maioria das salas de aula.

### 3. Esquema de montagem do Solarscópio

Um diagrama descritivo do dispositivo utilizado neste trabalho para visualização indireta do sol, com uma numa câmera acoplada é mostrado na Figura 1.a.

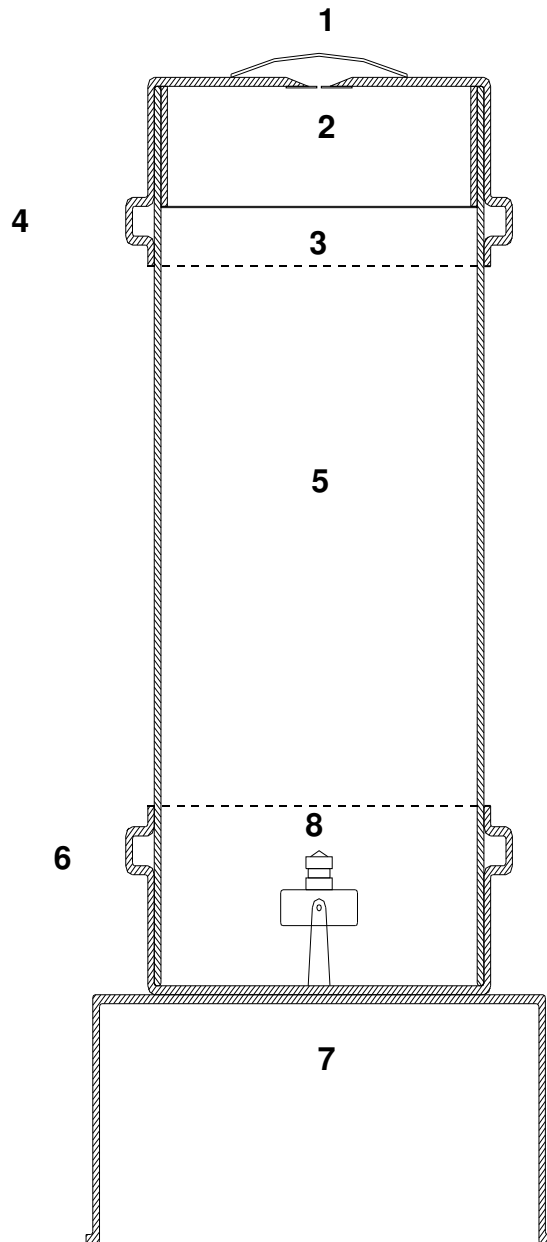


Figura 1.a - Diagrama do dispositivo de observação solar: 1) cúpula de vidrotransparente; 2) íris de plástico rígido escuro com 1mm de abertura; 3) gabarito de papel (vide figura 2); 4) cap de PVC para fechamento para cano de 150mm com furo chanfrado; 5) tubo de PCV de 150mm de diâmetro por 300mm de comprimento; 6) cap de PVC para fechamento para cano de 150mm; 7) cap de PVC para fechamento para cano de 200mm e 8) câmera de vigilância.

O funcionamento deste dispositivo é bastante simples: a luz do Sol atravessa a cúpula de vidro transparente e passa pela íris é projetada em um gabarito de papel, devidamente desenhado, mostrado na Figura 2.a. Uma câmera de vigilância parafusado na parte inferior do dispositivo permite a visualização / filmagem da posição do Sol.

Utilizando um pouco de trigonometria, calcula-se a posição de incidência do raio (r):

$$\tan(\alpha) = \frac{d}{r}$$

$$r = \frac{d}{\tan(\alpha)}$$

Na tabela 1.b é apresentado os valores de raios para os principais ângulos de elevação: 10º, 20º, 30º, 40º, 50º e 60º.

Tabela 1.b - Valores do raio do círculo de elevação solar para o gabarito

Ângulo (α)	Tangente do Ângulo tan(α)	Distância da Íris Plástica ao Gabarito (d)	Raio do Círculo de Elevação (r)
10º	0,176	40 mm	7,0 mm
20º	0,364	40 mm	14,5 mm
30º	0,577	40 mm	23,0 mm
40º	0,839	40 mm	33,5 mm
50º	1,192	40 mm	47,5 mm
60º	1,732	40 mm	69,5 mm

Na Figura 2.a é mostrado um gabarito para o Solarscópio.

Para a confecção do gabarito do Solarscópio é necessário calcular a posição de incidência do raio de luz solar, conforme a inclinação do Sol. Na Figura 1.b é representada esta incidência e o ângulo solar (α) com relação ao horizonte.



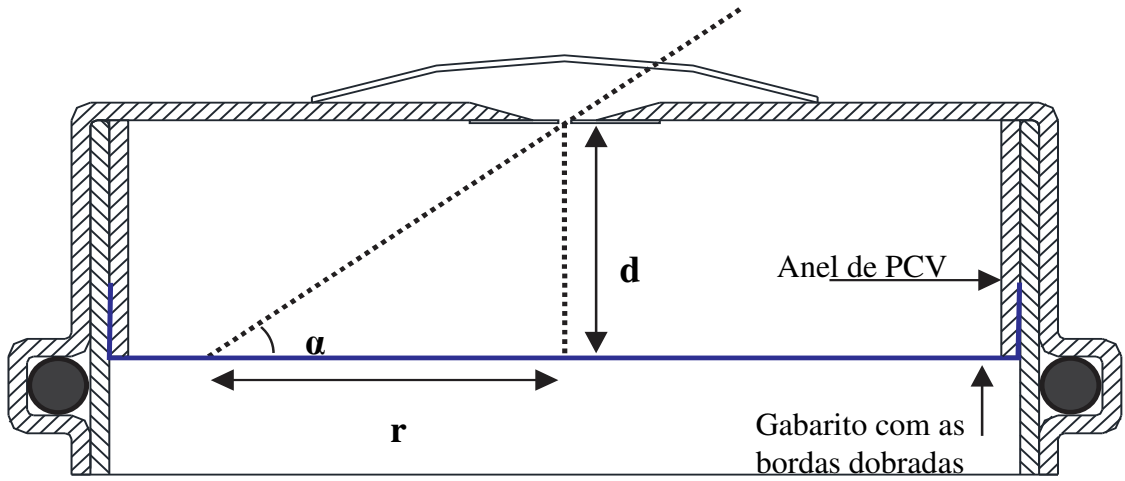


Figura 1.b

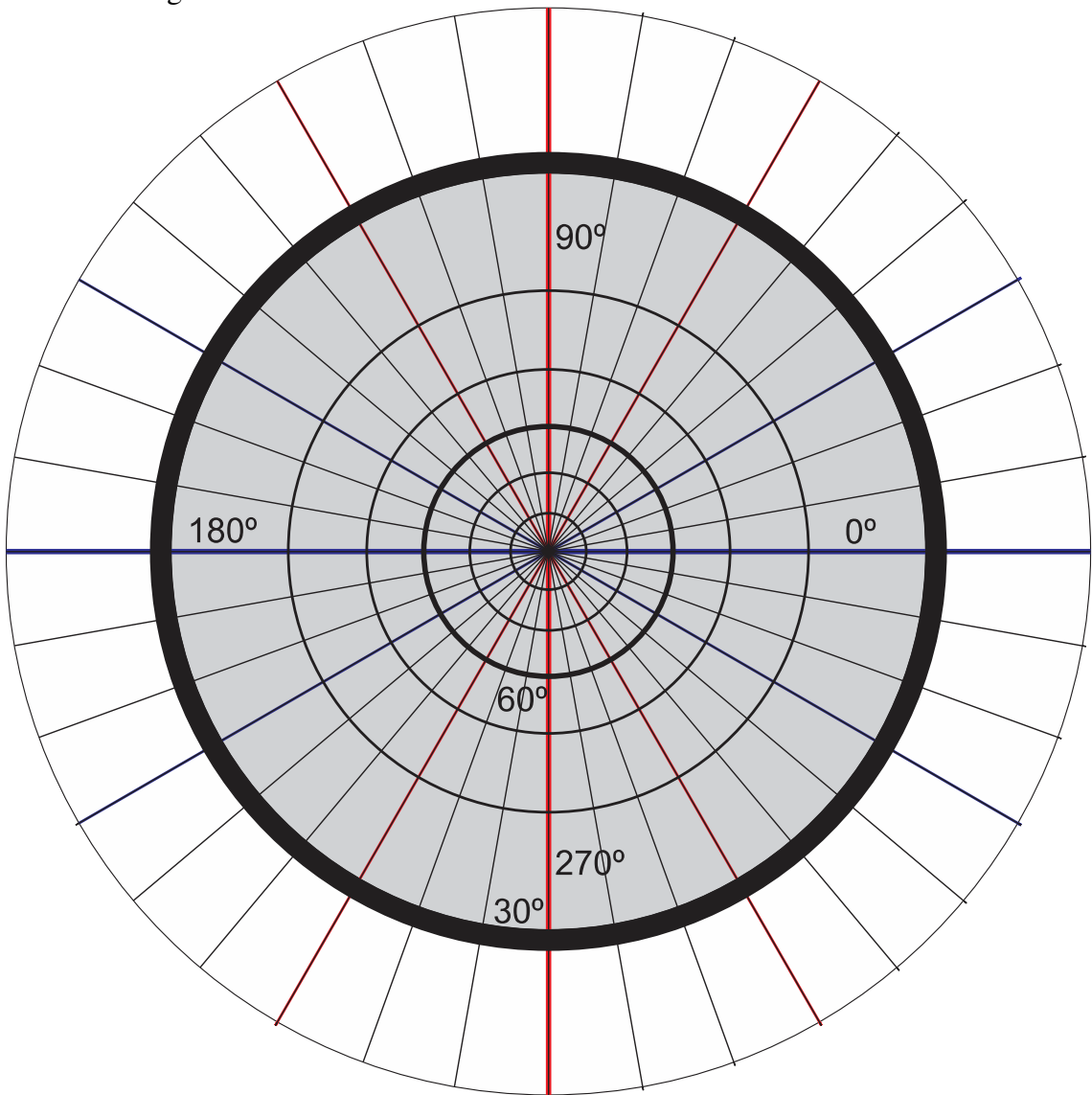


Figura 2.a-Gabarito de papel calibrado para observação solar.

#### 4. Montagem do equipamento

Na montagem experimental usa-se peças de PVC (tubos e caps) normalmente utilizados em construções (rede de esgoto). Estas peças têm a vantagem de apresentarem baixo custo, facilidades de ser encontradas em lojas de materiais de construção e praticidade de uso. Como cúpula, usa-se um vidro de relógio normalmente utilizado em laboratórios de química. A íris pode ser construída com um pedaço de plástico rígido escuro circular (20mm de diâmetro) com um furo central de 1mm. O gabarito de papel foi impresso por uma impressora laser. Para filmagem usa-se uma mini câmera de segurança.

A montagem deve ser realizada em três partes: os caps inferiores e câmera, mostrado na Figura 2.b; o tubo central com o gabarito de papel, mostrado na Figura 3 e o cap superior com a cúpula e a íris, mostrado na Figura 4.



Figura 2.b - Câmera de filmagem parafusada no cap de PVC para 150mm e no cap de PVC para 200mm.

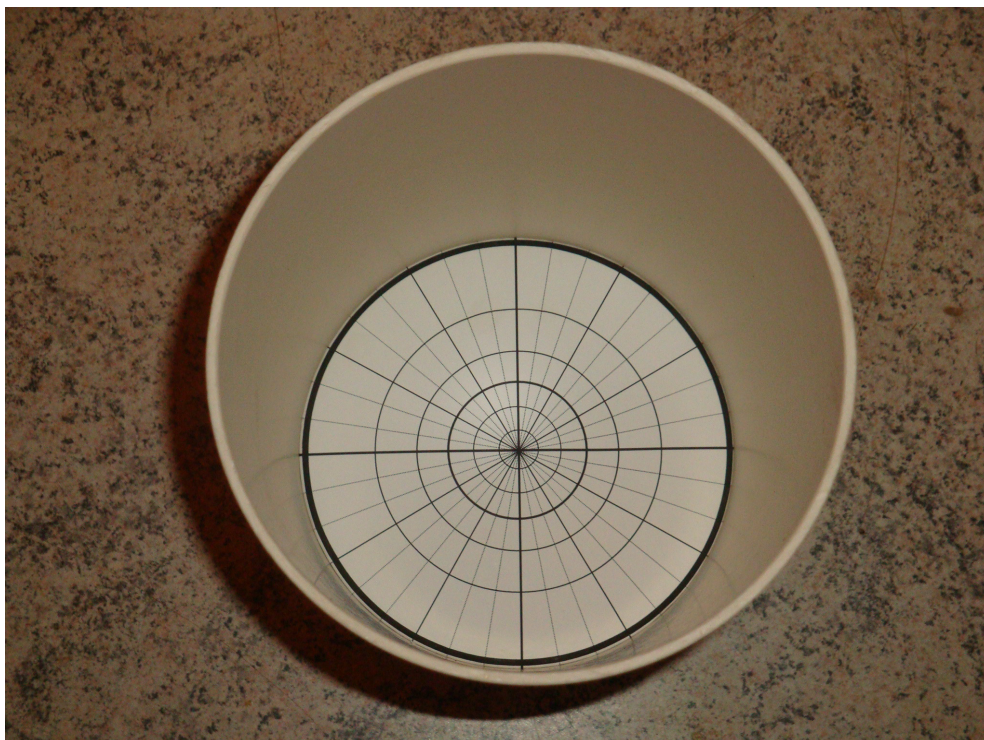


Figura 3 - Tubo de PVC de 150mm de diâmetro por 300mm de comprimento, com o gabarito de papel colado (vista inferior).



Figura 4 - Cap superior de PVC para 150mm, com o furo chanfrado, íris de plástico escuro rígidos (furo de 1mm) e cúpula de vidro transparente (vidro de relógio usado em laboratórios de química).

Conectando as três partes, temos a montagem final, mostrada na Figura 5.



Figura 5 - Montagem final do equipamento para observação solar.

## 5. Teste do equipamento

O uso deste equipamento é simples e direto, bastando alimentar a câmera de vigilância com uma fonte de tensão de 12V e ligando a saída de sinal de vídeo (AV) diretamente numa televisão.

Na Figura 6, é mostrada a foto da tela de uma televisão LCD recebendo o sinal do equipamento. A imagem do Sol pode ser observada como uma pequena mancha muito clara perto do centro da imagem. O gabarito pode ser utilizado para marcar uma leitura da posição angular do Sol, sabendo que a marcação de latitude se estende de 30° a 90° celestial.

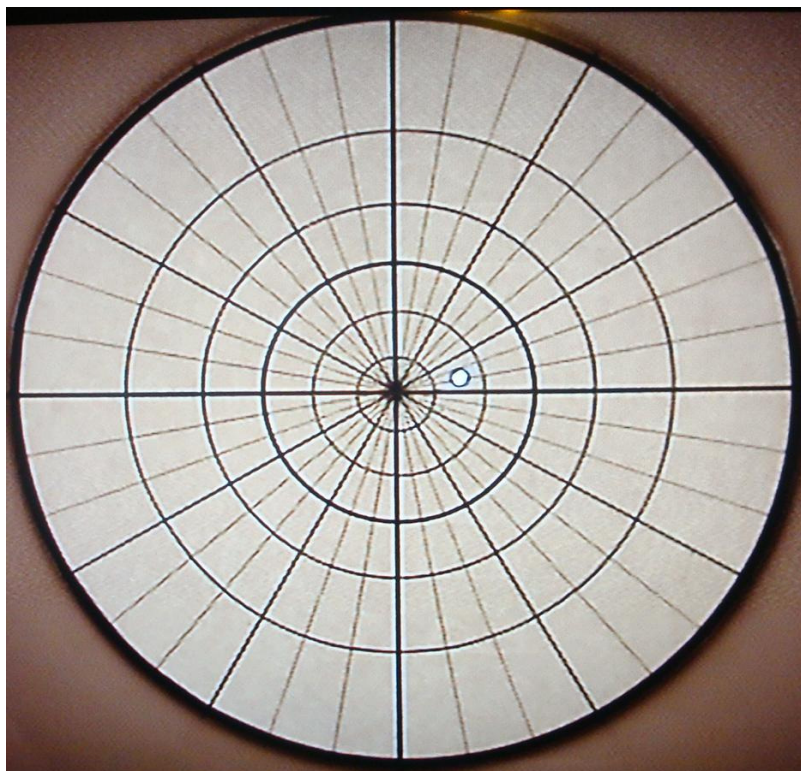


Figura 6 - Imagem do gabarito iluminado Montagem final do equipamento para observação solar.

## 6. Instalação do equipamento

O equipamento deverá ser instalado sobre uma base de alumínio parafusada no teto do Colégio, como mostra a Figura 7. A câmera e o gabarito deverão ser alinhados no sentido norte sul, com o auxílio de uma bússola. A base e o tubo serão alinhados na horizontal e vertical com o auxílio de um nível de bolha, mostrado nas Figuras 8 e 9.



Figura 7 – Equipamento instalado sobre uma base de alumínio parafusada numa viga do telhado.



Figura 8 - Alinhamento da câmara (norte-sul) e da base de alumínio (horizontal).



Figura 9 - Alinhamento do gabarito (norte-sul) e do tubo (vertical).

Para gravação das imagens, deverá ser utilizado um aparelho de vídeo vigilância (DVR) e um disco rígido de armazenamento de 1 Terabyte, suficiente para alguns anos de armazenamento, conforme a configuração.

## **7. Aplicações pedagógicas e conclusões**

O equipamento a visa filmar as imagens aparentes do Sol, destacando-se os dias 21 de cada mês, visto que o solstício de inverno e verão ocorre simultaneamente em 21 de junho e 21 de dezembro e os equinócios de outono e primavera ocorrem entre 21 e 23 de março e 21 e 23 de setembro. Ele deverá ser colocado num espaço aberto e conectado a uma televisão multimídia, ou a um monitor de vídeo acoplado ao DVR de gravação. Os alunos poderão acompanhar e anotar o movimento aparente solar de dentro da sala de aula, por vários dias durante o turno escolar. Reproduzido em alta velocidade, os alunos poderão visualizar rapidamente o movimento solar durante um dia completo. Comparando o movimento em dias diferentes, os alunos poderão perceber que o trajeto solar muda com a época do ano.

Também poderá ser realizado um trabalho de montagem, a partir de imagens gravadas pelo Solarscópio, e serem confeccionados gráficos de diversas épocas do ano, principalmente nos dias 21 de junho e 21 de dezembro, durante os

solstícios de inverno e verão, e nos dias 21 de março e 21 de setembro, durante os equinócios de outono e primavera.

O equipamento apresentando neste trabalho será muito útil e motivador para as aulas sobre o movimento aparente do Sol. As Leis de Kepler e Gravitação Universal, conteúdos trabalhados na primeira série do Ensino Médio e astronomia no 9º ano do Ensino Fundamental, podem ser ricamente exploradas com esse material.



## **APÊNDICE B**

### Teoria de Aprendizagem de Bruner

Embora Bruner seja um psicólogo por formação e tenha dedicado grande parte das suas obras ao estudo da psicologia, ganhou grande notoriedade no mundo da educação graças à sua participação no movimento de reforma curricular, ocorrido, nos EUA, na década de 60.

Bruner apelida a sua teoria de instrumentalismo evolucionista, uma vez que, para o psicólogo e pedagogo norte-americano, o homem depende das técnicas para a realização da sua própria humanidade.

Embora, à semelhança de Jean Piaget, coloque a maturação e a interação do sujeito com o ambiente no centro do processo de desenvolvimento e de formação da pessoa, Bruner acentua o carácter contextual dos fatos psicológicos.

A abertura à influência do contexto social no processo de desenvolvimento e de formação torna a teoria de Jerome Bruner mais abrangente do que a teoria de Jean Piaget.

O carácter desenvolvimentista da teoria de Bruner mantém-se graças à tónica que ele coloca no papel da equilibração, ou seja, a capacidade que cada pessoa tem de se autorregular.

Um outro aspecto que diferencia a teoria de Bruner da teoria de Piaget é o papel que ele concede à cultura, à linguagem e às técnicas como meios que possibilitam a emergência de modos de representação, levando-o a afirmar que o desenvolvimento cognitivo será tanto mais rápido quanto melhor for o acesso da pessoa a um meio cultural estimulante.

Para Bruner, à semelhança de Chomsky, a linguagem tem um papel amplificador das competências cognitivas da criança, ajudando-a a uma maior interação com o meio cultural.

A teoria de Bruner incorpora, de uma forma coerente, quer as contribuições do maturacionismo quer as contribuições do ambientalismo, pois é através de uns e de outros que a criança organiza os diferentes modos de representação da realidade, utilizando as técnicas que a sua cultura lhe transmite.

O desenvolvimento cognitivo da criança depende da utilização de técnicas de elaboração da informação, com o fim de codificar a experiência, tendo em conta os vários sistemas de representação ao seu dispor.

Bruner, à semelhança de Piaget, procurou estruturar o desenvolvimento cognitivo numa série de etapas: até aos 3 anos de idade, a criança passa pelo estágio das respostas motoras; dos 3 aos 9 anos, faz uso da representação icônica; e, a partir dos 10 anos de idade, passa para o estágio da representação simbólica.

No primeiro estágio, a criança representa os acontecimentos passados através de respostas motoras apropriadas e privilegia a ação como forma de representação do real, sendo por isso que a criança dessa faixa etária aprende, sobretudo, através da manipulação de objetos. Nesta fase, a criança age com base em mecanismos reflexos, simples e condicionados até conseguir desenvolver automatismos.

A segunda etapa, a representação icônica, baseia-se na organização visual, no uso de imagens sinópticas e na organização de percepções e imagens. A criança é capaz de reproduzir objetos, mas está fortemente dependente de uma memória visual, concreta e específica.

A terceira etapa, a representação simbólica, constitui a forma mais elaborada de representação da realidade porque a criança começa a ser capaz de representar a realidade por meio de uma linguagem simbólica, de caráter abstrato e sem uma dependência direta da realidade.

Ao entrar nesta etapa, a pessoa começa a ser capaz de manejar os símbolos em ordem, deixando de somente fazer a sua leitura da realidade, mas também sendo capaz de transformar a realidade.

A passagem por cada uma destas três etapas pode ser acelerada através da imersão da criança num meio cultural e linguístico rico e estimulante.

Outro aspecto central na teoria da aprendizagem de Bruner é a importância concedida ao método da descoberta, com base na ideia de que o conhecimento da estrutura das disciplinas exige a utilização das metodologias das Ciências que suportam as várias disciplinas do currículo.

Com esta ideia, Bruner faz a crítica das metodologias expositivas, considerando o fato de que a aprendizagem das Ciências se faz melhor quando ocorre envolvimento dos alunos no processo de descoberta e no uso das metodologias científicas próprias de cada ciência: “Julgamos que, logo de início, o aluno deve poder resolver problemas, conjecturar, discutir da mesma maneira que se faz no campo científico da disciplina.

Outra importante contribuição teórica de Bruner para a teoria da aprendizagem são os conceitos de prontidão e de aprendizagem em espiral.

No essencial, o conceito de prontidão pode ser enunciado da seguinte forma: as bases essenciais de qualquer disciplina científica podem ser ensinadas em qualquer idade e de forma genuína. Ao contrário de Piaget, o psicólogo de Harvard não via qualquer obstáculo de ordem cognitiva ao ensino das Ciências com crianças pequenas.

O conceito de aprendizagem em espiral pode enunciar-se da seguinte forma: qualquer ciência pode ser ensinada, pelo menos nas suas formas mais simples, a alunos de todas as idades, uma vez que os mesmos tópicos serão, posteriormente, retomados e aprofundados mais tarde.

Bruner considera que as crianças possuem quatro características congênitas, por ele chamadas de predisposições, que configuram o gosto de aprender. São elas: a curiosidade, a procura de competência, a reciprocidade e a narrativa. A curiosidade é uma característica facilmente observável em todas as crianças.

Por ser tão comum, Bruner considera que a curiosidade é uma característica que define a espécie humana. A procura de competência também pode ser observada em todas as crianças, as quais procuram imitar o que os mais velhos fazem, com o objetivo de poderem reproduzir e recriar esses comportamentos e competências.

A reciprocidade também é uma característica presente nos humanos. Envolve a profunda necessidade de responder aos outros e de operar em conjunto com os outros, buscando alcançar objetivos comuns.

Por fim, a narrativa, entendida como a predisposição para criar relatos e narrativas da nossa própria experiência, com o objetivo de transmitir essa experiência aos outros. É a narrativa que permite a partilha das experiências, o que justifica sua importância no processo de aprendizagem

Com a narrativa torna-se possível a partilha de significados e de conceitos, de forma a alcançar modos de discurso que integrem as diferenças de significado e de interpretação.

Bruner entende a mente como criadora de significados e busca compreender a interação através da qual a mente constitui e é constituída pela cultura. Propõe

uma psicologia interessada na ação e seu caráter situacional, assim como nas formas em que os seres humanos produzem significados nos contextos culturais.

As pessoas, para Bruner, são resultado do processo de produção de significados, realizado com o auxílio dos sistemas simbólicos da cultura. A ideia de desenvolvimento intelectual ocupa um lugar fundamental na teoria de Bruner e caracteriza-se:

a) há independência crescente da resposta em relação à natureza imediata do estímulo.

b) baseia-se em absorver eventos, em um sistema de armazenamento que corresponde ao meio ambiente;

c) é caracterizado por crescente capacidade para lidar com alternativas simultaneamente, atender a várias sequências ao mesmo tempo, e distribuir tempo e atenção, de maneira apropriada, a todas essas demandas múltiplas.

Bruner concentra sua atenção na predisposição para explorar alternativas. Partindo da premissa de que o estudo e a resolução de problemas baseiam-se na exploração de alternativas, propõe que a instrução deva facilitar e ordenar tal processo por parte do aluno.

Três são os fatores envolvidos no processo de exploração de alternativas: ativação, manutenção e direção. As instruções devem ser dadas de modo a explorar alternativas que levem à solução do problema ou à descoberta.

Apresenta Bruner quatro razões para ensinar a estrutura de uma disciplina:

a) A primeira razão está ligada ao entendimento dos fundamentos, o que torna a matéria mais compreensível.

b) A segunda razão relaciona-se com a memória humana. Uma boa teoria é veículo não apenas para a compreensão de um fenômeno, como também para sua rememoração futura.

c) A terceira razão prende-se à compreensão de princípios e ideias fundamentais, como já se observou anteriormente. Isso parece ser o principal caminho para uma adequada transferência de aprendizagem.

d) A quarta razão está ligada ao reexame constante do que estiver sendo ensinado nas escolas, em seu caráter fundamental. Com ele, é possível diminuir a distância entre o conhecimento avançado e o conhecimento elementar.

A questão da sequência, na aprendizagem, parece ser intuitiva para grande maioria dos que lidam com o ensino. Aqui, a diferença entre Bruner e outros autores, refere-se ao fato de que ele formaliza a questão e a coloca em termos operacionais.

Bruner não considera o reforço da mesma maneira como ele é visto numa abordagem comportamentalista. Do ponto de vista behaviorista, o reforço tem um papel fundamental, pois o comportamento é modificado por consequências recompensadoras ou punitivas. Para Skinner, por exemplo, não é a presença do estímulo ou da resposta que leva à aprendizagem, mas sim a presença das contingências de reforço.

Bruner, por sua vez, refere-se ao reforço no sentido de que a aprendizagem depende do conhecimento de resultados, no momento e no local em que ele pode ser utilizado para correção. A instrução aumenta a oportunidade do conhecimento corretivo.

Relacionando desenvolvimento intelectual, ensino e professor, Bruner propõe que, o desenvolvimento intelectual baseia-se numa interação sistemática e contingente, entre um professor e um aluno, na qual o professor, amplamente equipado com técnicas anteriormente inventadas, ensina a criança.

Bruner destaca também o papel da linguagem no ensino:

O ensino é altamente facilitado por meio da linguagem que acaba sendo não apenas o meio de comunicação, mas o instrumento que o estudante pode usar para ordenar o meio ambiente.

A opção pela teoria de Bruner ocorreu devido ao fato do pesquisador propor a participação do aluno no processo de aprendizagem. O professor não expõe os conteúdos de maneira explícita, mas gera condições para que os alunos conheçam uma meta a ser alcançada e serve como mediador e guia para que os próprios alunos, percorram o caminho e alcancem os objetivos propostos. Em outras palavras, aprendizagem por descoberta ocorre quando o professor apresenta todas as ferramentas necessárias ao aluno para que ele descubra por si o que deseja aprender.

## APÊNDICE C

### FIGURAS



Figura 5.1 - Dia 21 de junho de 2014 às 9 horas sem imagem do Sol.

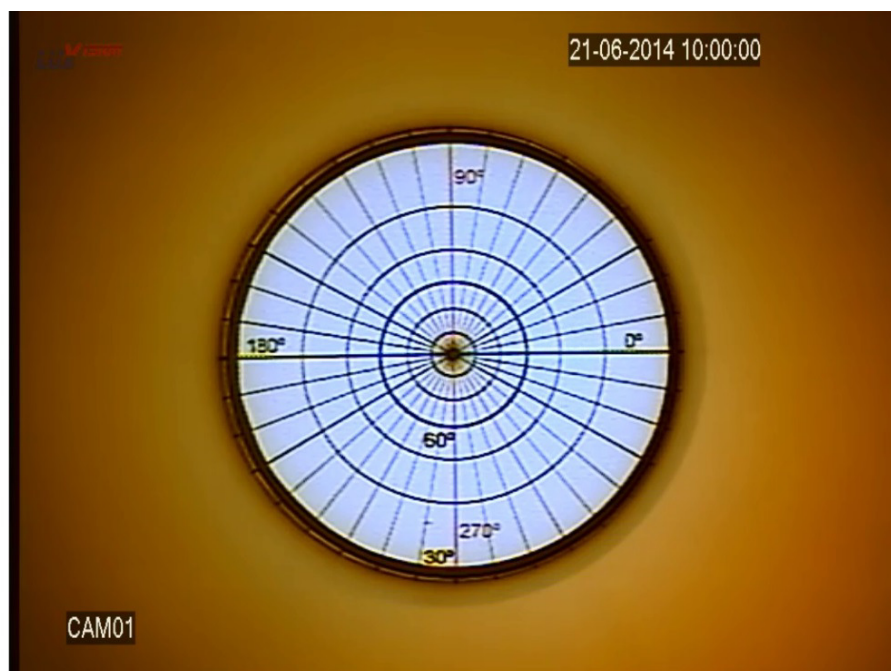


Figura 5.2 - Dia 21 de junho de 2014 às 10 horas sem imagem do Sol.

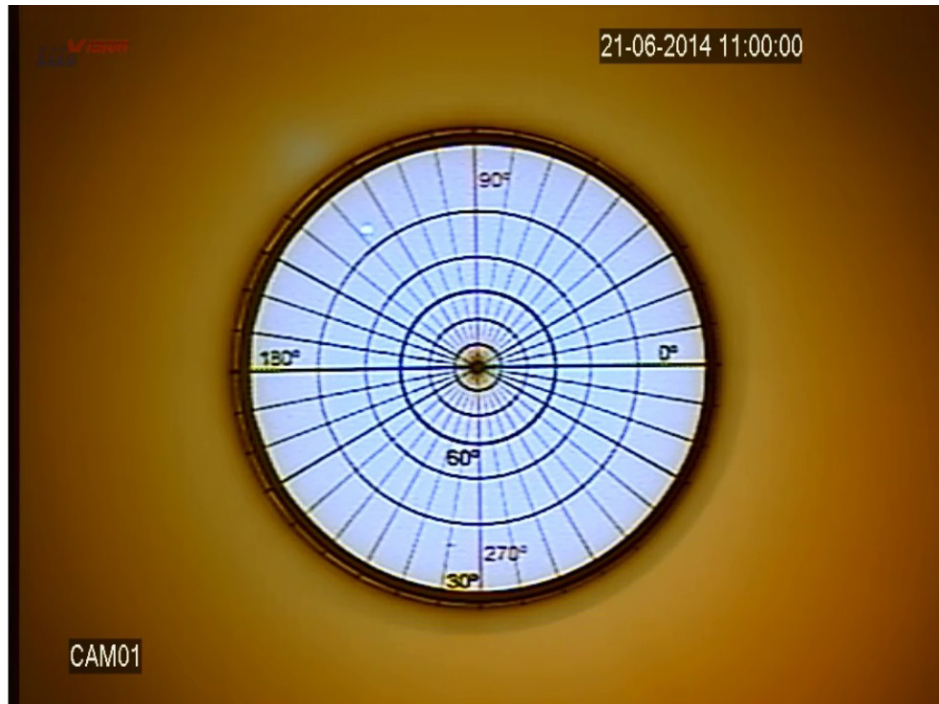


Figura 5.3 - Dia 21 de junho de 2014 às 11 horas com imagem do Sol. (Elevação 37° Azimute 127°).

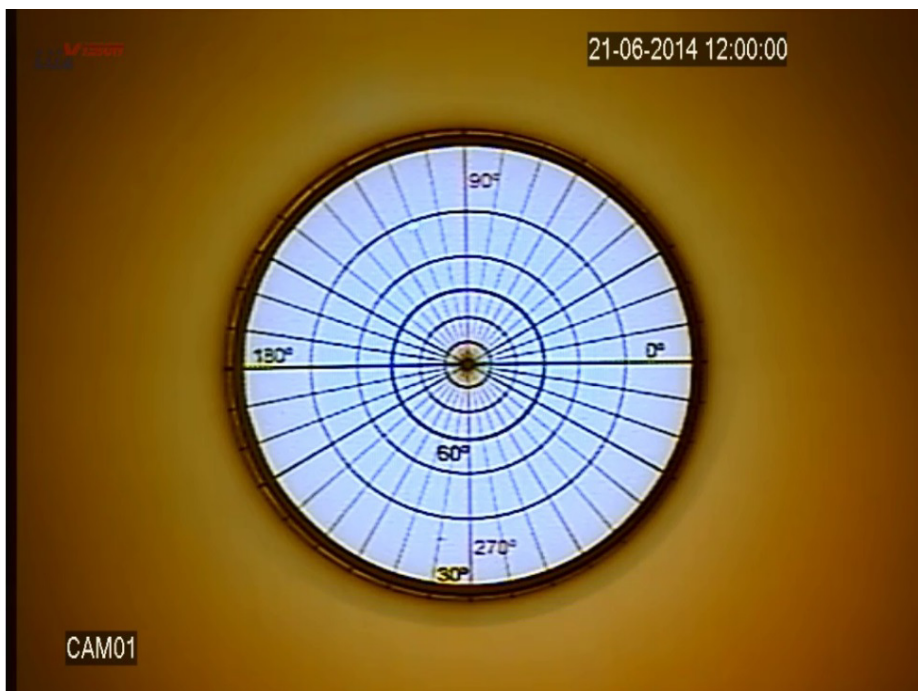


Figura 5.4 - Dia 21 de junho de 2014 às 12 horas com imagem do Sol. (Elevação 41° Azimute 110°).



Figura 5.5 - Dia 21 de junho de 2014 às 13 horas com imagem do Sol (Elevação 41° Azimute 92°).

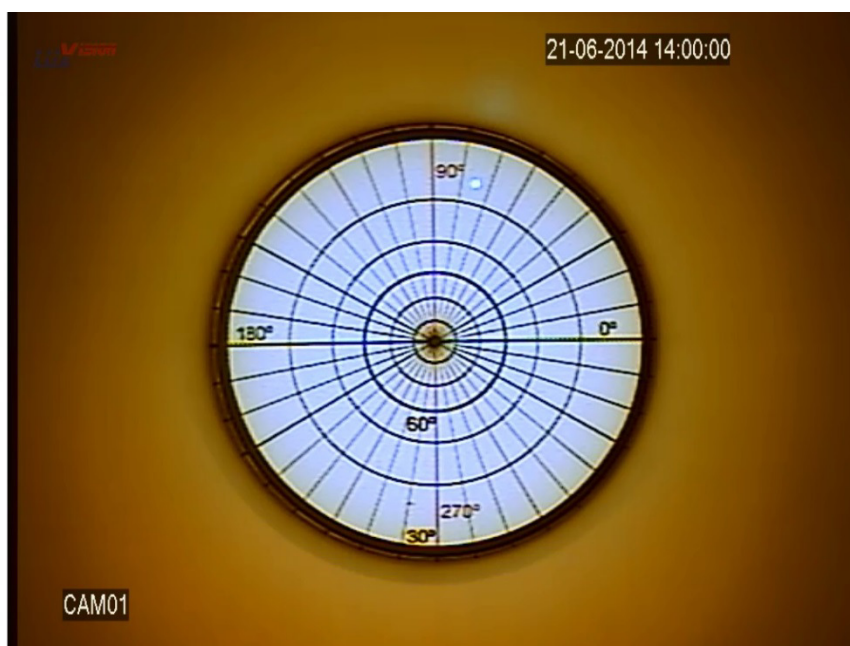


Figura 5.6 - Dia 21 de junho de 2014 às 14 horas com imagem do Sol (Elevação 37° Azimute 75°).



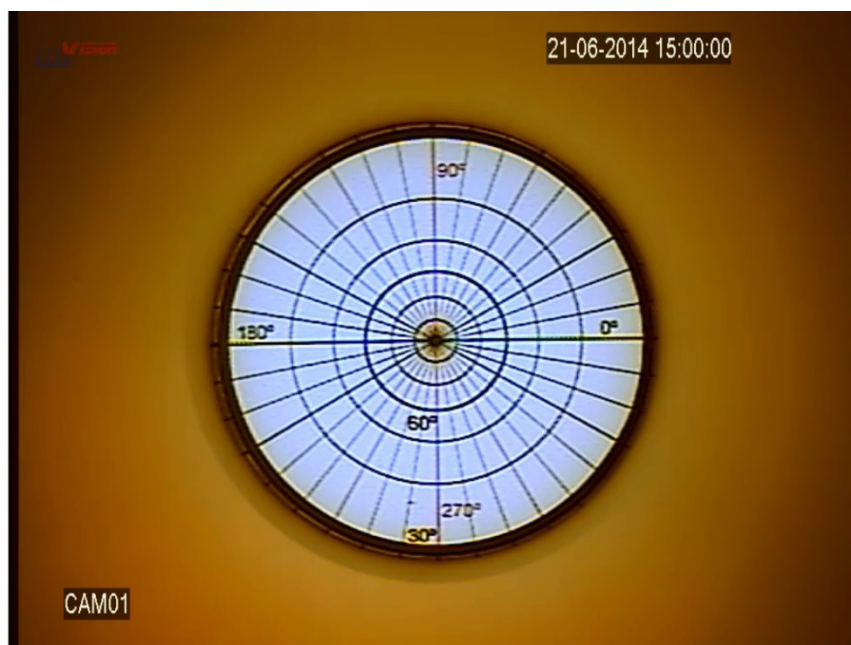


Figura 5.7 - Dia 21 de junho de 2014, às 15 horas, sem imagem do Sol.



Figura 5.9 - Dia 21 de julho de 2014, às 9 horas, sem imagem do Sol.



Figura 5.10 - Dia 21 de julho de 2014, às 10 horas, sem imagem do Sol.



Figura 5.11 - Dia 21 de julho de 2014 às 11 horas com imagem do Sol (Elevação 39° Azimute 130°).

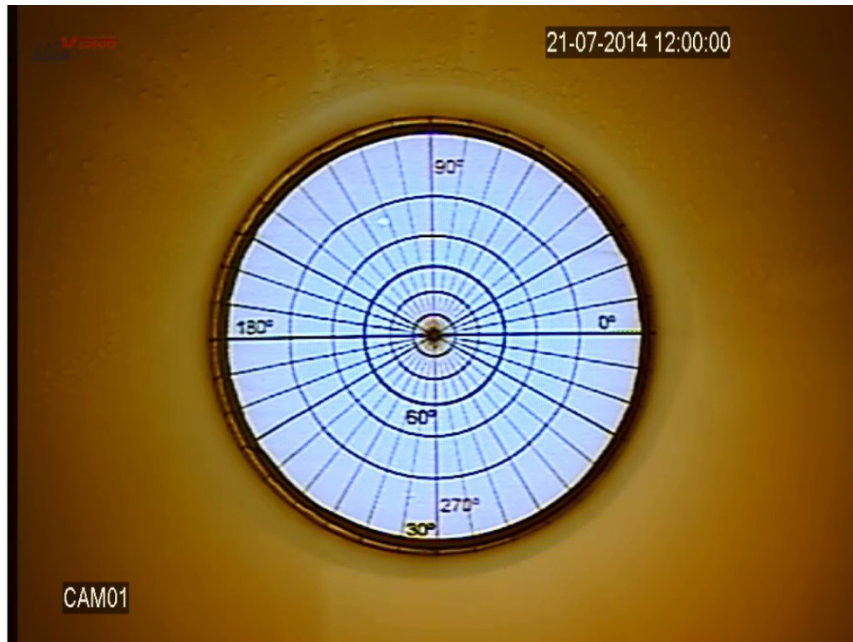


Figura 5.12 - Dia 21 de julho de 2014 às 12 horas com imagem do Sol (Elevação  $43^\circ$  Azimute  $113^\circ$ ).



Figura 5.13 - Dia 21 de julho de 2014 às 13 horas com imagem do Sol (Elevação  $45^\circ$  Azimute  $93^\circ$ ).

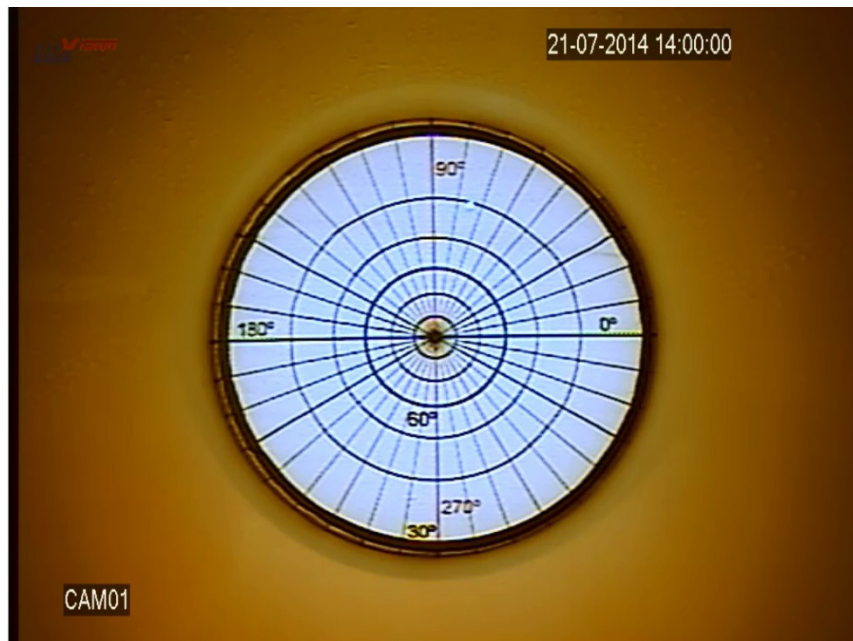


Figura 5.14 Dia 21 de julho de 2014 às 14 horas com imagem do Sol (Elevação  $40^\circ$  Azimute  $74^\circ$ ).



Figura 5.15 - Dia 21 de julho de 2014, às 15 horas, sem imagem do Sol.

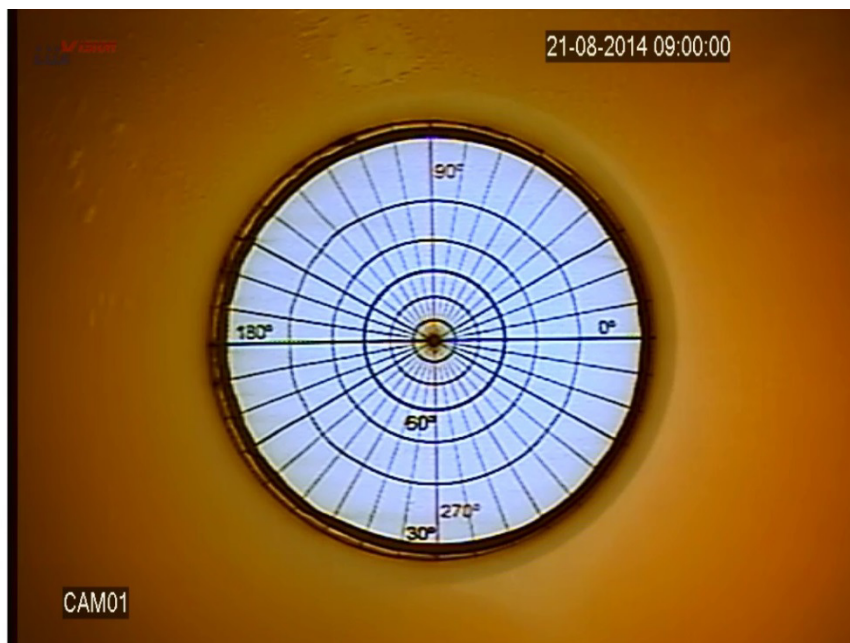


Figura 5.17 - Dia 21 de agosto de 2014, às 9 horas, sem imagem do Sol.

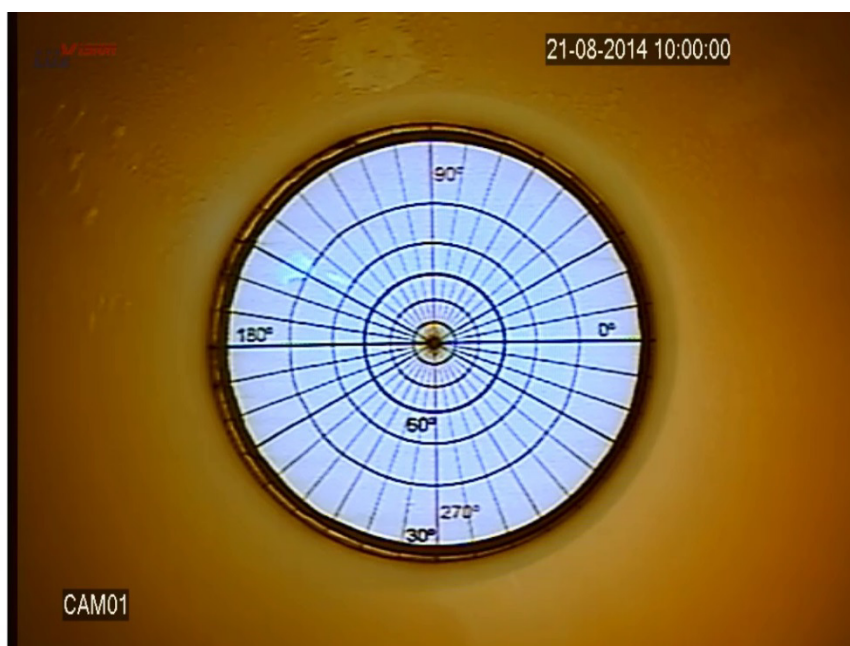


Figura 5.18 - Dia 21 de agosto de 2014, às 10 horas, com imagem borrada do Sol (Elevação 40° Azimute 160°).



Figura 5.19 - Dia 21 de agosto de 2014, às 11 horas, com imagem borrada do Sol (Elevação  $47^\circ$  Azimute  $145^\circ$ ).



Figura 5.20 - Dia 21 de agosto de 2014 às 12 horas com imagem fraca do Sol (Elevação  $55^\circ$  Azimute  $115^\circ$ ).



Figura 5.21 - Dia 21 de agosto de 2014, às 13 horas, com imagem fraca do Sol (Elevação  $50^\circ$  Azimute  $90^\circ$ ).



Figura 5.22 - Dia 21 de agosto de 2014, às 14 horas, com imagem manchada do Sol (Elevação  $47^\circ$  Azimute  $70^\circ$ ).



Figura 5.23 - Dia 21 de agosto de 2014, às 15 horas, com imagem manchada do Sol (Elevação  $38^\circ$  Azimute  $51^\circ$ ).

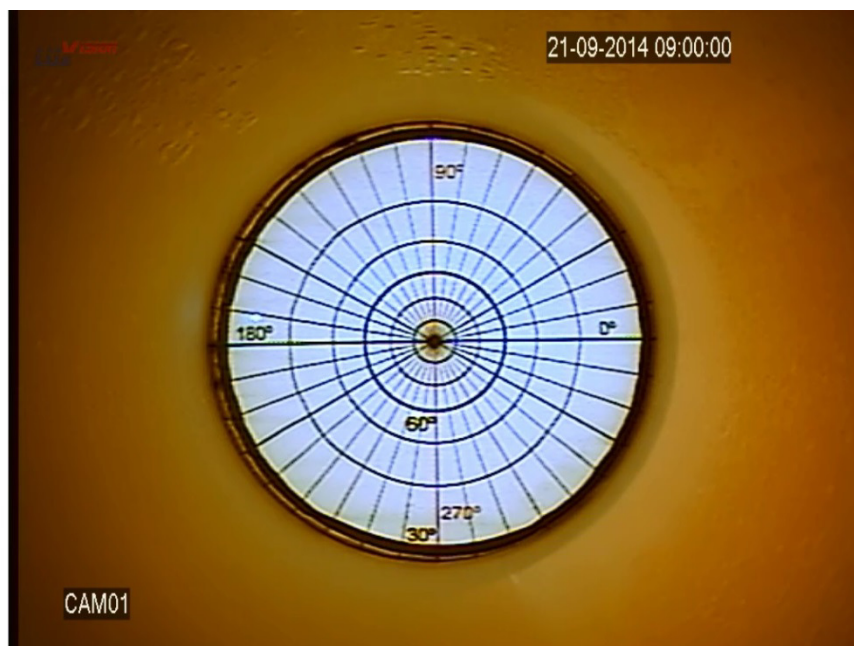


Figura 5.25 - Dia 21 de setembro de 2014 às 9 horas com imagem do Sol (Elevação  $34^\circ$  Azimute  $171^\circ$ ).



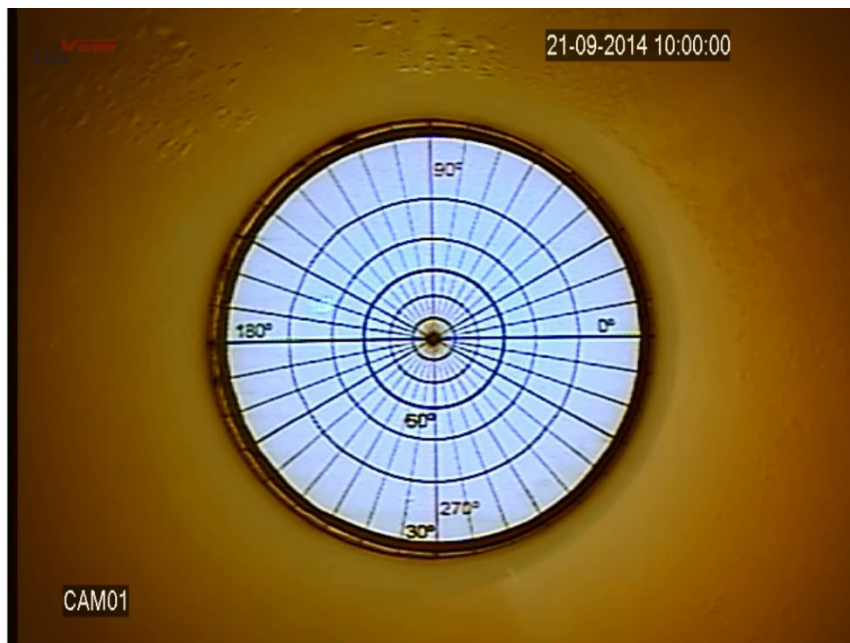


Figura 5.26 - Dia 21 de setembro de 2014, às 10 horas, com imagem do Sol (Elevação 47° Azimute 160°).

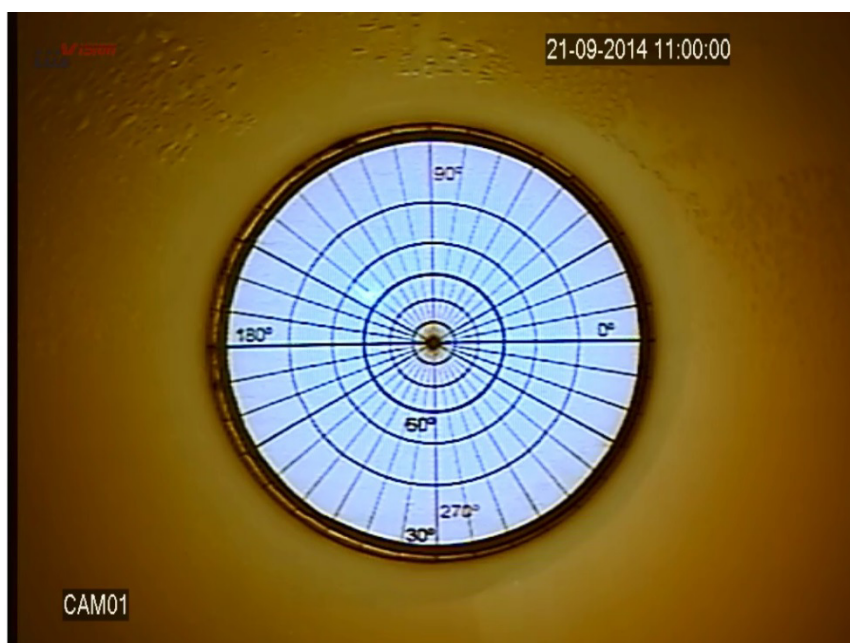


Figura 5.27 - Dia 21 de setembro de 2014, às 11 horas, com imagem do Sol (Elevação 56° Azimute 140°).

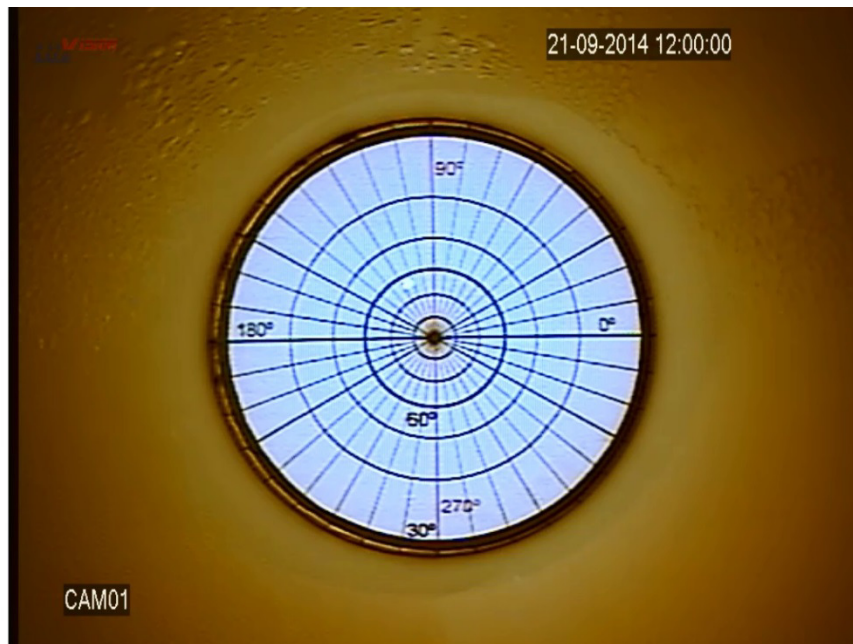


Figura 5.28 Dia 21 de setembro de 2014, às 12 horas, com imagem do Sol (Elevação  $63^\circ$  Azimute  $115^\circ$ ).

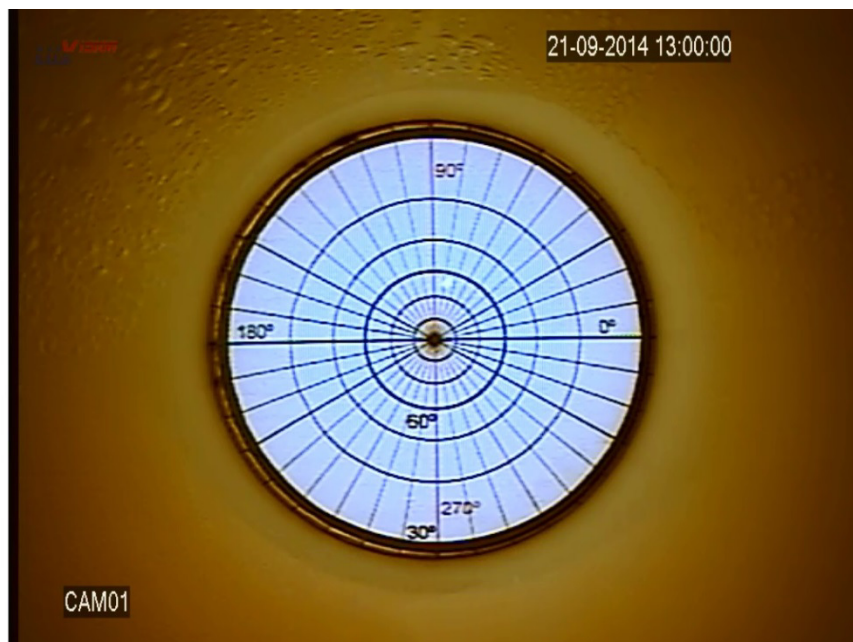


Figura 5.29 - Figura 6.29 Dia 21 de setembro de 2014. às 13 horas. com imagem do Sol (Elevação  $63^\circ$  Azimute  $78^\circ$ ).



Figura 5.30 - Dia 21 de setembro de 2014, às 14 horas, com imagem do Sol (Elevação  $52^\circ$  Azimute  $50^\circ$ ).

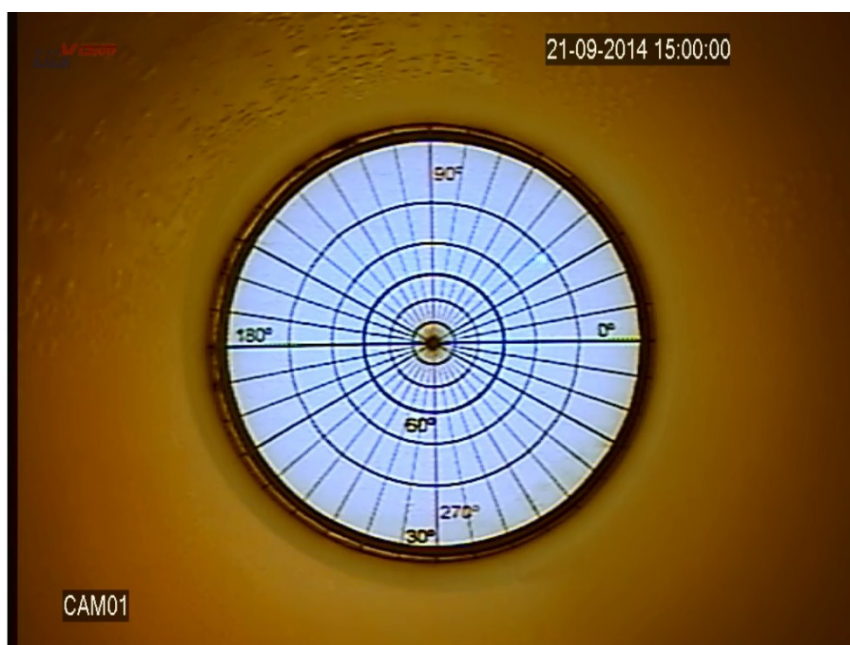


Figura 5.31 - Dia 21 de setembro de 2014, às 15 horas, com imagem do Sol (Elevação  $42^\circ$  Azimute  $38^\circ$ ).

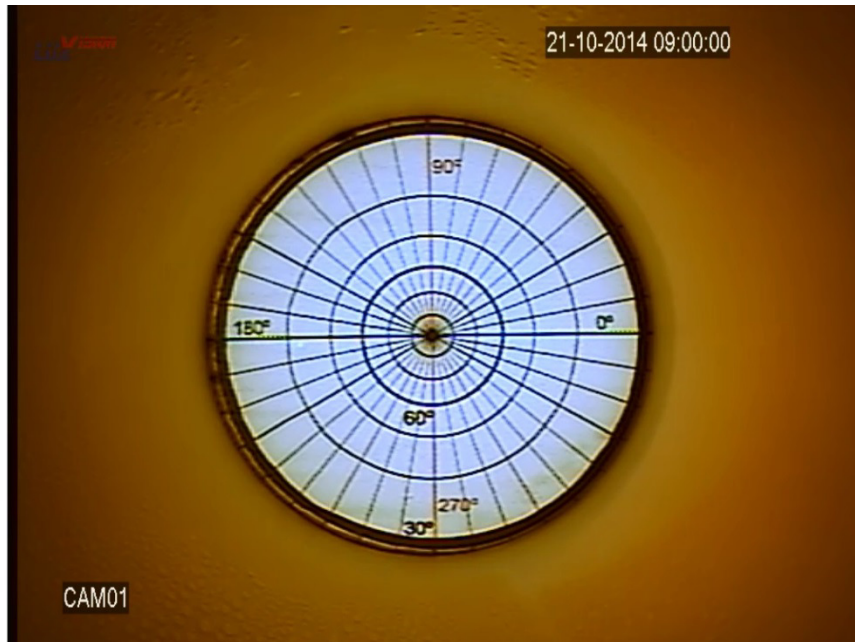


Figura 5.33 - Dia 21 de outubro de 2014, às 9 horas, com imagem do Sol (Elevação  $42^\circ$  Azimute  $182^\circ$ ).

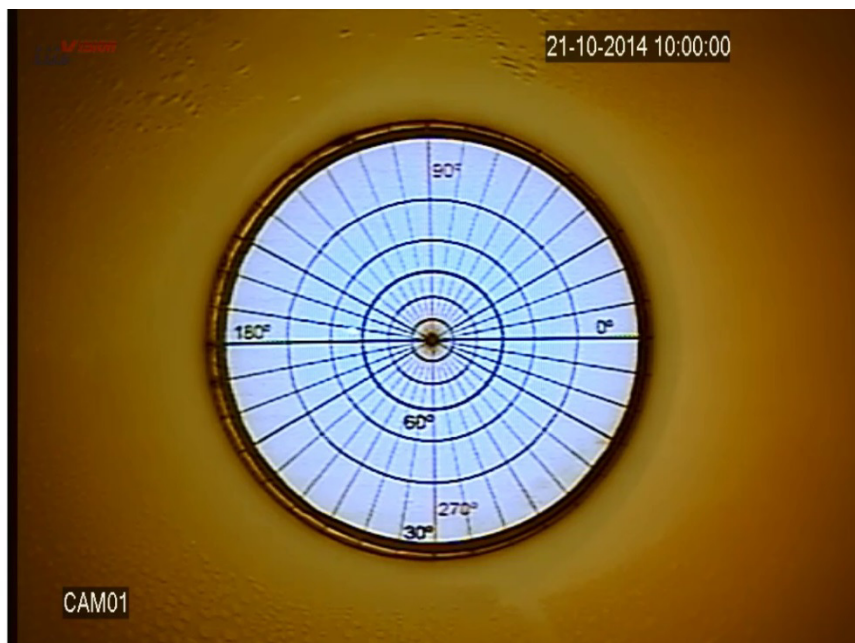


Figura 5.34 - Dia 21 de outubro de 2014, às 10 horas, com imagem do Sol (Elevação  $55^\circ$  Azimute  $172^\circ$ ).

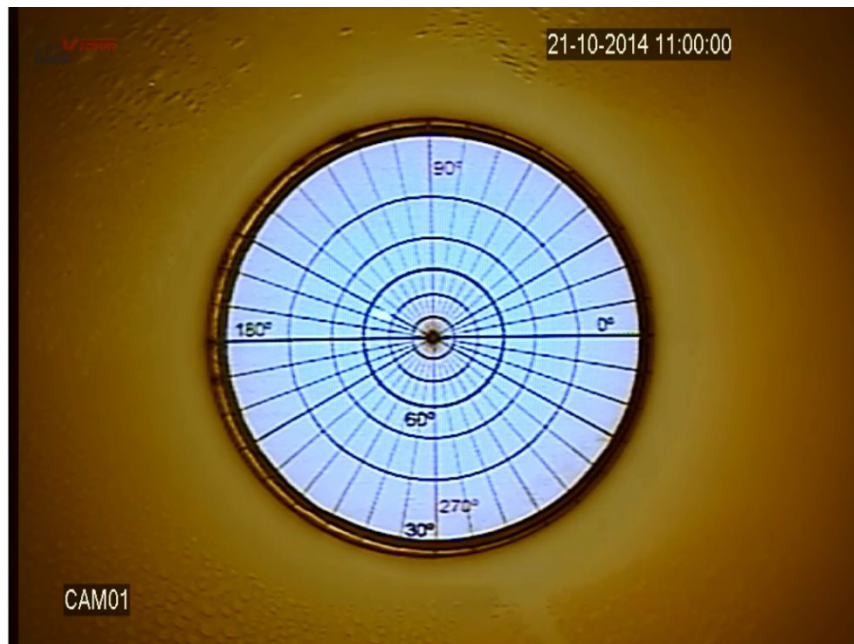


Figura 5.35 - Dia 21 de outubro de 2014, às 11 horas, com imagem do Sol (Elevação 65° Azimute 150°).



Figura 5.36 - Dia 21 de outubro de 2014, às 12 horas, com imagem do Sol (Elevação 75° Azimute 110°).

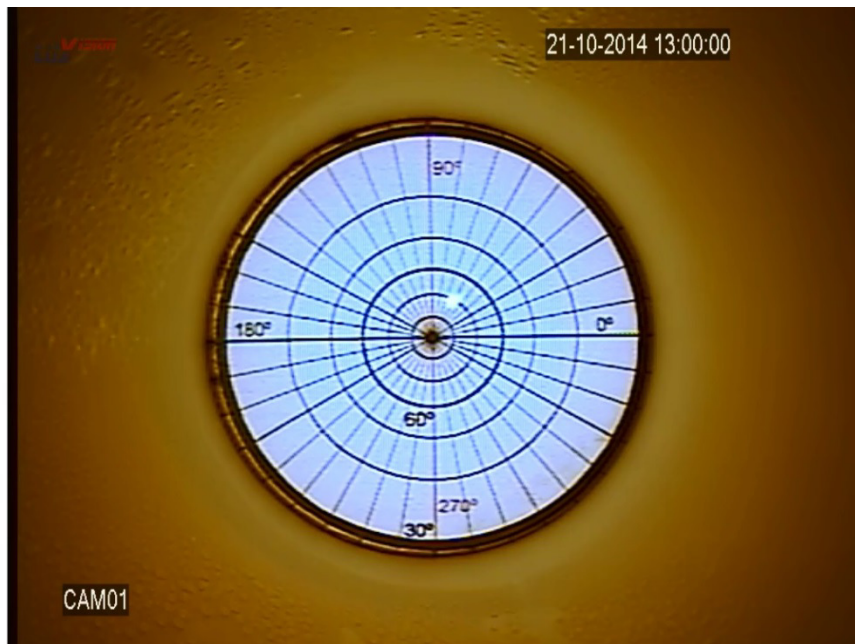


Figura 5.37 - Dia 21 de outubro de 2014, às 13 horas, com imagem do Sol (Elevação  $70^\circ$  Azimute  $65^\circ$ ).

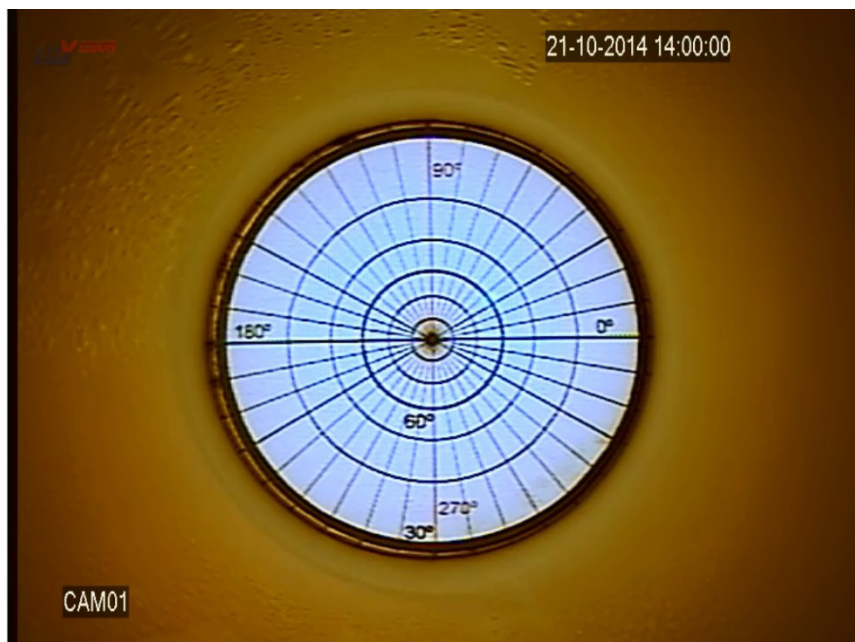


Figura 5.38 - Dia 21 de outubro de 2014, às 14 horas, com imagem tênue do Sol (Elevação  $60^\circ$  Azimute  $45^\circ$ ).

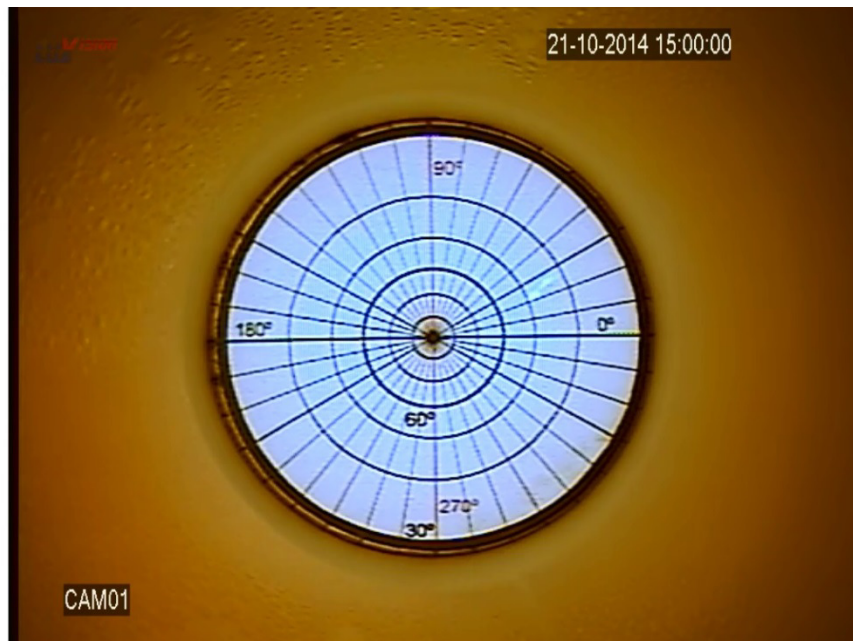


Figura 5.39 - Dia 21 de outubro de 2014, às 15 horas, com imagem borrada do Sol (Elevação  $45^\circ$  Azimute  $25^\circ$ ).

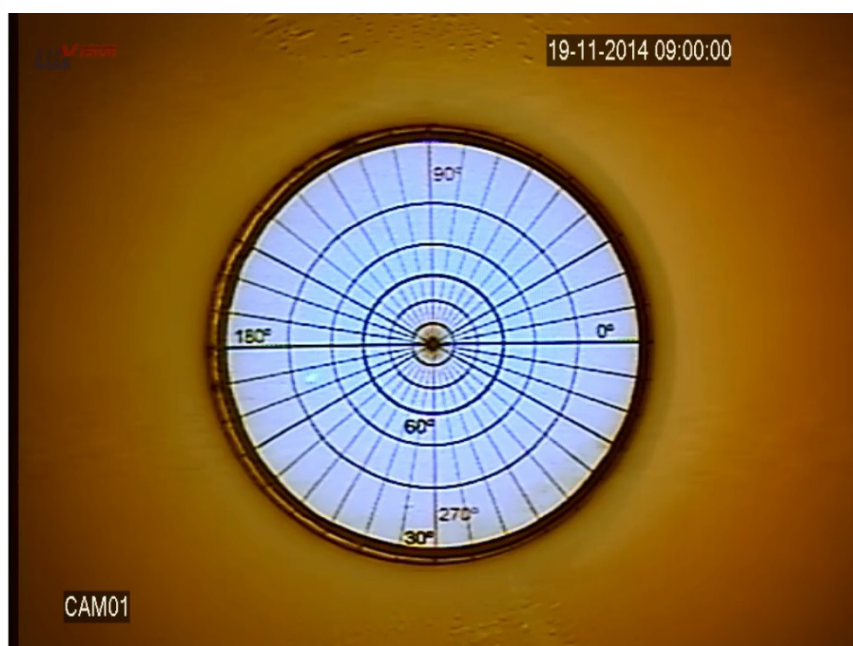


Figura 5.41 - Dia 19 de novembro de 2014, às 9 horas, com imagem do Sol (Elevação  $42^\circ$  Azimute  $195^\circ$ ).

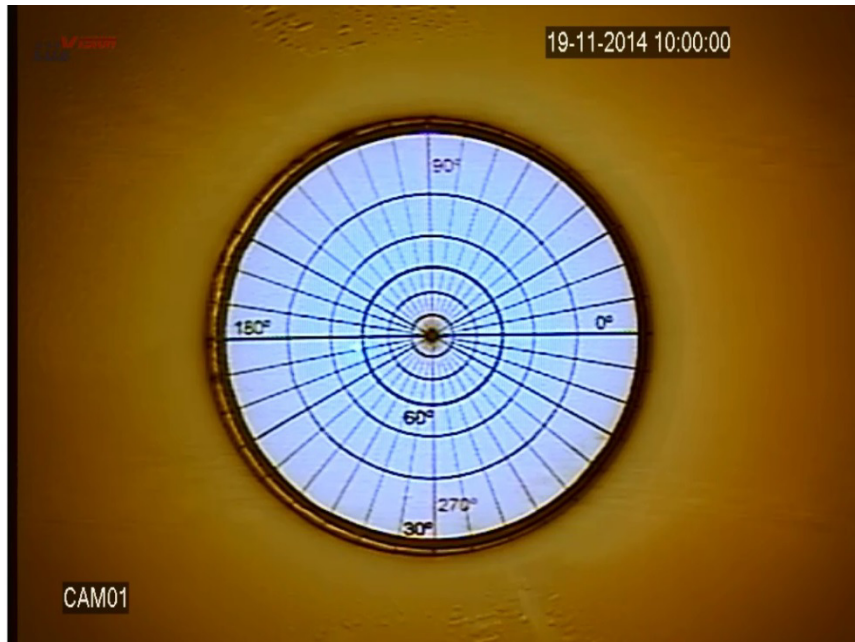


Figura 5.42 - Dia 19 de novembro de 2014, às 10 horas, com imagem do Sol (Elevação  $58^\circ$  Azimute  $185^\circ$ ).



Figura 5.43 - Dia 19 de novembro de 2014, às 11 horas, com imagem do Sol (Elevação  $72^\circ$  Azimute  $170^\circ$ ).



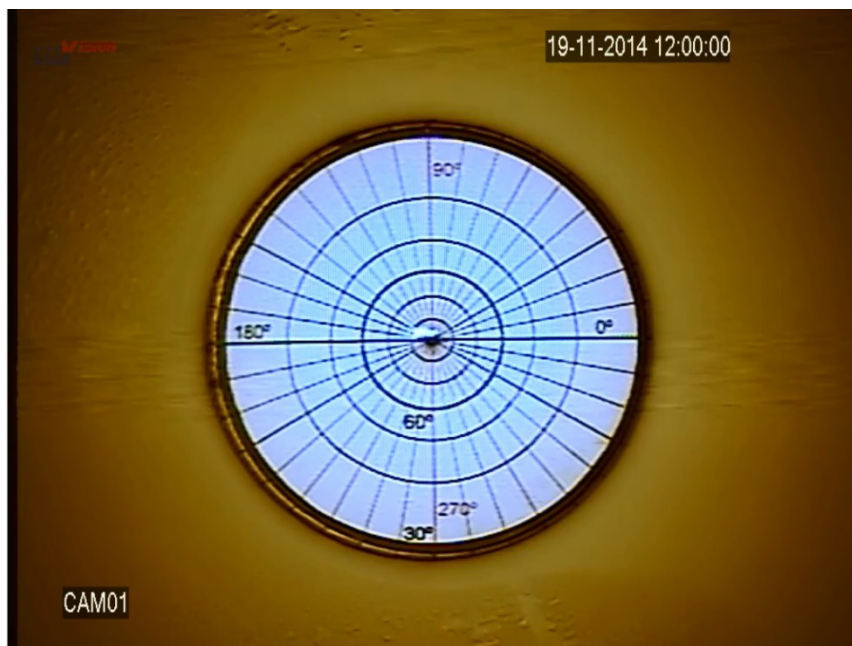


Figura 5.44 - Dia 19 de novembro de 2014, às 12 horas, com imagem do Sol (Elevação  $85^\circ$  Azimute  $140^\circ$ ).



Figura 5.45 - Dia 19 de novembro de 2014 às 13 horas com imagem do Sol (Elevação  $76^\circ$  Azimute  $50^\circ$ ).

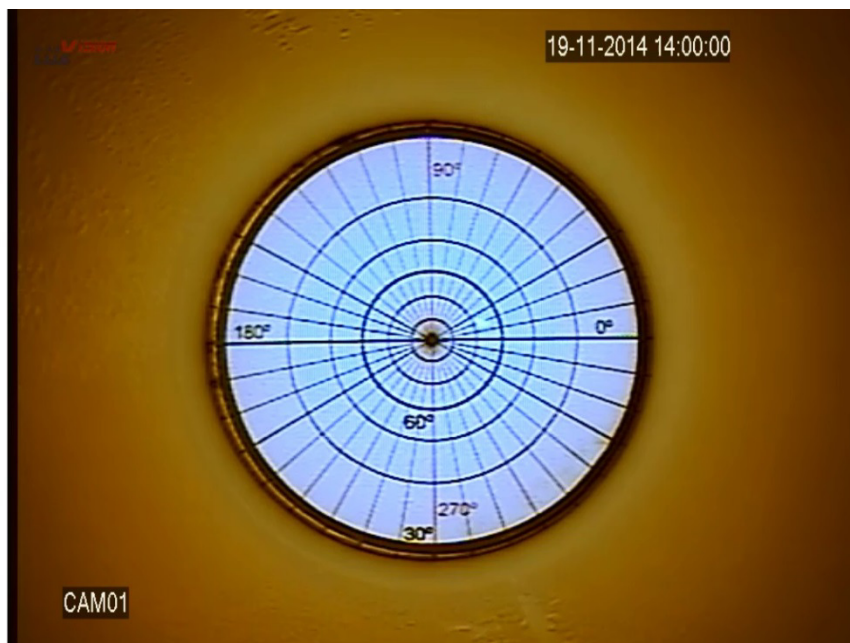


Figura 5.46 - Dia 19 de novembro de 2014 às 14 horas com imagem do Sol (Elevação  $65^{\circ}$  Azimute  $20^{\circ}$ ).



Figura 5.47 - Dia 19 de novembro de 2014 às 15 horas com imagem borrada do Sol (Elevação  $50^{\circ}$  Azimute  $10^{\circ}$ ).

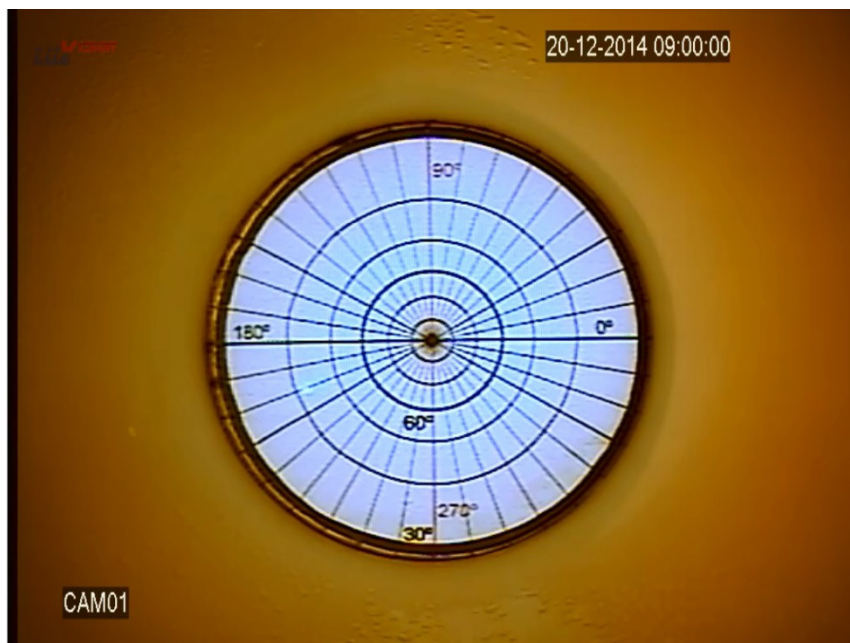


Figura 5.49 - Dia 20 de dezembro de 2014, às 9 horas, com imagem do Sol (Elevação  $42^\circ$  Azimute  $200^\circ$ ).

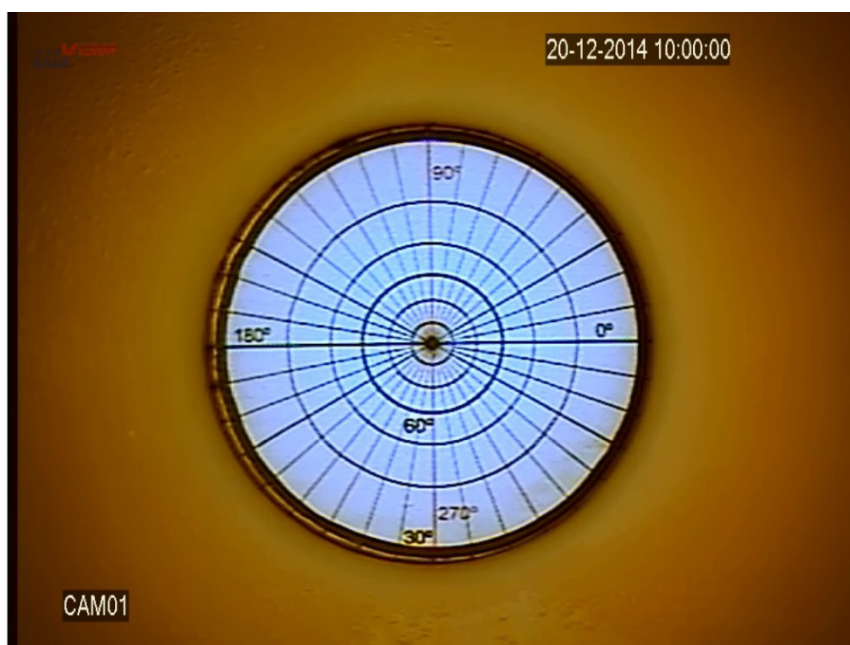


Figura 5.50 - Dia 20 de dezembro de 2014, às 10 horas, com imagem tênue do Sol (Elevação  $55^\circ$  Azimute  $190^\circ$ ).

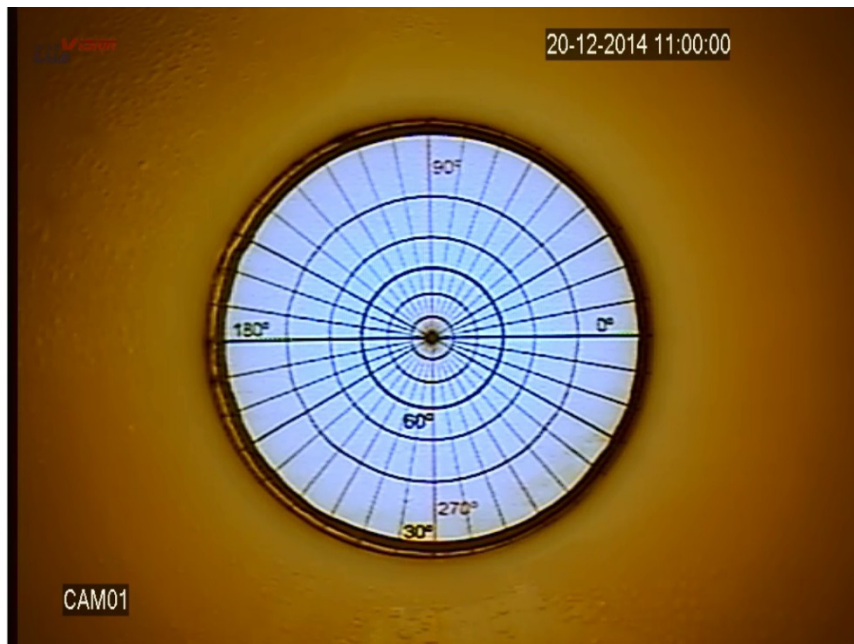


Figura 5.51 - Dia 20 de dezembro de 2014, às 11 horas, com imagem tênue do Sol (Elevação  $70^\circ$  Azimute  $185^\circ$ ).

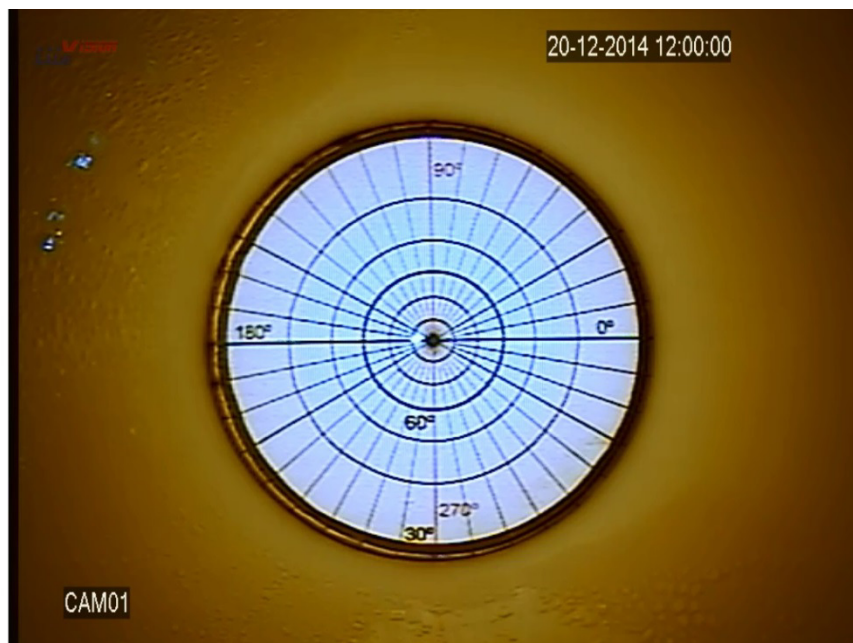


Figura 5.52 - Dia 20 de dezembro de 2014, às 12 horas, com imagem do Sol (Elevação  $87^\circ$  Azimute  $180^\circ$ ).

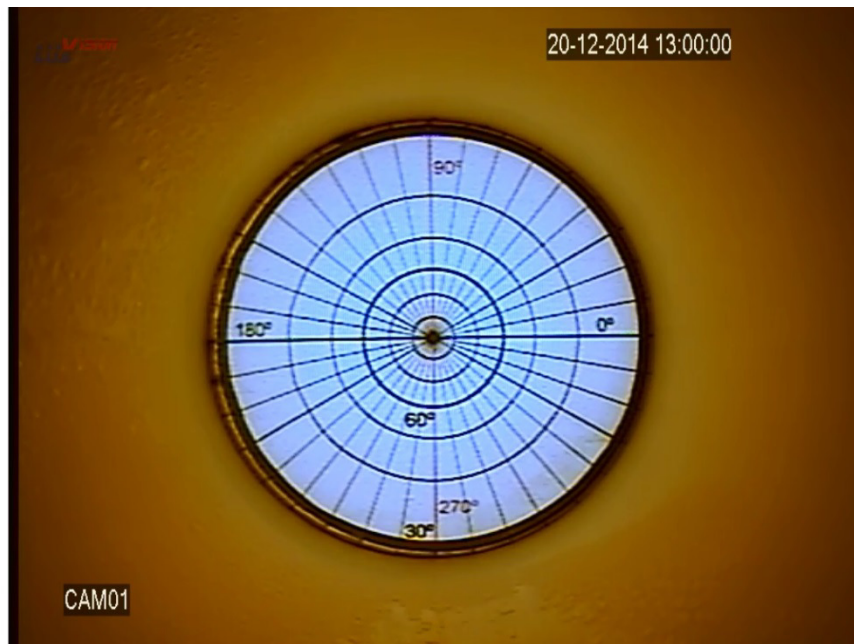


Figura 5.53 - Dia 20 de dezembro de 2014, às 13 horas, com imagem fraca do Sol (Elevação  $80^\circ$  Azimute  $15^\circ$ ).

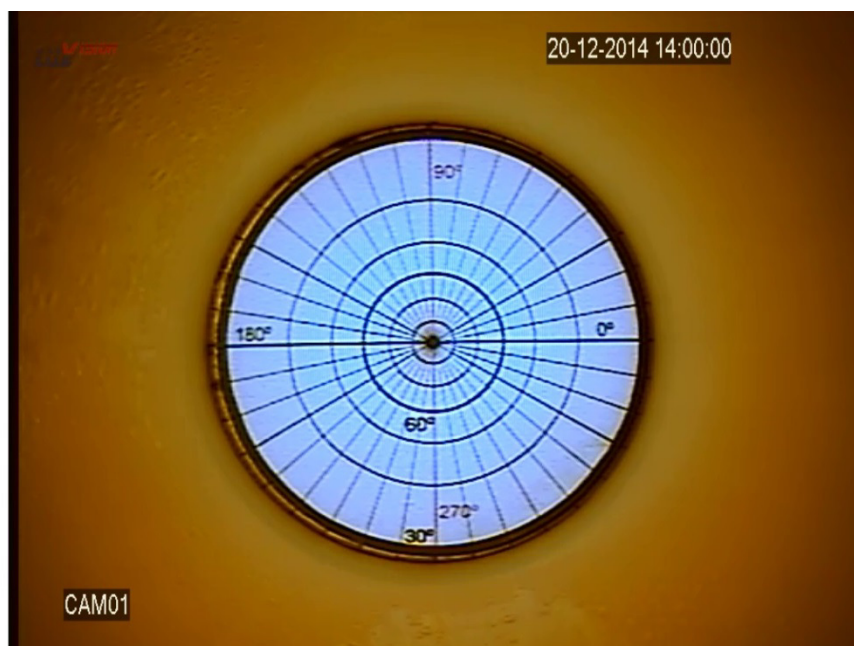


Figura 5.54 - Dia 20 de dezembro de 2014, às 14 horas, com imagem fraca do Sol (Elevação  $70^\circ$  Azimute  $10^\circ$ ).

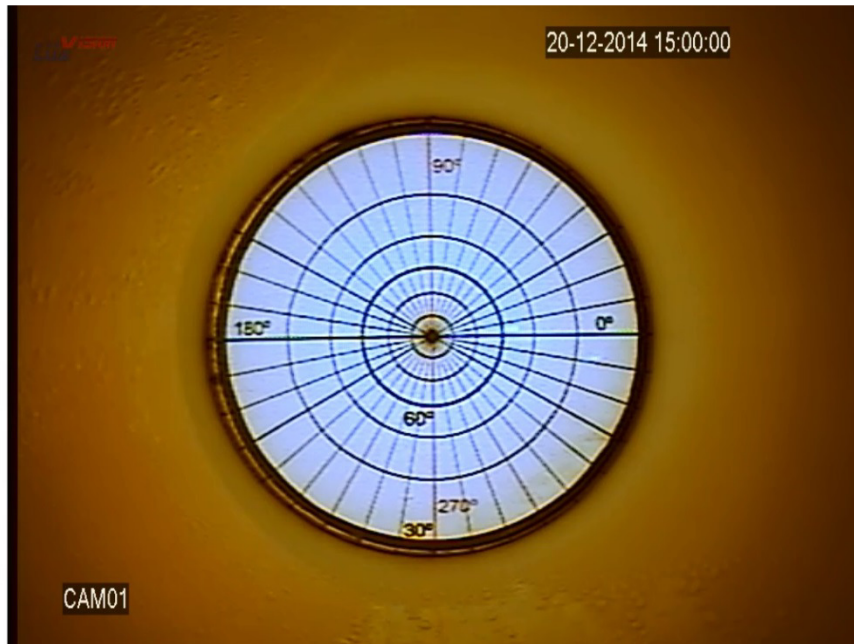


Figura 5.55 - Dia 20 de dezembro de 2014, às 15 horas, com imagem do Sol (Elevação  $57^{\circ}$  Azimute  $5^{\circ}$ ).



## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, G.B. Experiências Simples com o Gnômon. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 18, n.3, 1996.

ARRIBAS, S.D. Laboratório caseiro: relógio-de-sol. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 3, n.3, p. 164-166, 1986.

CAMINO, N. Ideas previas y cambio conceptual en Astronomia. **Enseñanza de las Ciencias**. v.13, n.1, p. 81-96, 1995.

CANIATO, R. **Com ciência na educação: ideário e prática de uma alternativa brasileira para o ensino de ciência**. Campinas: Papirus, 1987.

HORVATH, J.E. **O ABCD da Astronomia e Astrofísica**. São Paulo: Livraria da Física, 2008.

LANGHI, R; NARDI, R. Ensino de Astronomia: Erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 87-111, 2007.

MOREIRA, M.A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999.

NASCIMENTO, S.S. **Um curso de gravitação para professores de primeiro grau**. 1989. 20p. Universidade de São Paulo - Faculdade de Educação. Dissertação (Mestrado em Física).

SILVA, E.A.C.; FURQUIM, L. **Geografia em rede, 1º ano**. São Paulo: FTD, 2013.