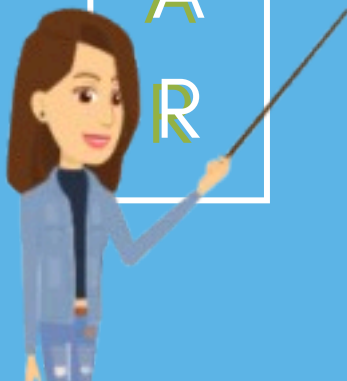


*Eline Dayses Gonzaga Silva*  
*Dr<sup>a</sup> Esperanza Lucila Hernández Angulo*

# H A L O S O L A R

*O fenômeno do Halo Solar no  
ensino de Física*



O fenômeno do Halo Solar no ensino de Física é um e-book que mergulha no universo da ciência e da educação, explorando de forma envolvente e didática a ocorrência fascinante dos halos solares.

Durante uma aula de Física, um Halo Solar surge no céu. Mariana, junto com seus amigos Fernando e Ana, decidem investigar as características com a ajuda de sua professora Aurora.

O fenômeno do Halo Solar no ensino de Física aborda temas como a importância da educação científica, a superação de desafios e a valorização do conhecimento em um mundo cada vez mais cético. Com reviravoltas inesperadas e uma mensagem educacional, este livro cativante é destinado a leitores que buscam uma mistura envolvente de ciência, aventura e reflexão.

# CAPÍTULO 1 - O fenômeno do Halo Solar

*Naquela tarde ensolarada, os alunos da escola se reuniram na sala para mais uma aula de Física com a professora Aurora.*

Figura 01 - Turma da 2ª série do ensino médio



fonte: elaborada pela autora

*Passado alguns minutos, Mariana, em uma de suas saídas ao banheiro observou o céu, e viu que ao redor do sol, havia um fenômeno físico. Voltou correndo para a sala de aula para compartilhar com seus colegas.*

Figura 02 - Turma da 2ª série do ensino médio debatendo sobre o Halo Solar



fonte: elaborada pela autora

*O clima ficou agitado, pois todos ficaram curiosos para ver o fenômeno. A professora Aurora, não perdeu tempo, e logo chamou toda a classe para ver o Halo Solar, e aproveitou para fazer uma roda de conversa com toda a classe, para debaterem sobre a Física por trás desse fenômeno.*



## 1.1. Dispersão da luz branca

A professora começou explicando sobre a dispersão de luz em um prisma.

Figura 03 - Explicação sobre a luz branca



fonte: elaborada pela autora

- A luz branca é uma mistura de todas as cores de luz visíveis ao olho humano. Isso significa que ela contém todas as cores do espectro visível. A decomposição da luz branca é o fenômeno óptico em que a luz branca se separa em várias cores ao passar por um meio transparente, como um prisma ou gotas de água. Isso ocorre porque cada cor de luz tem um comprimento de onda diferente e, por isso, sofre desvios diferentes ao atravessar certos materiais.

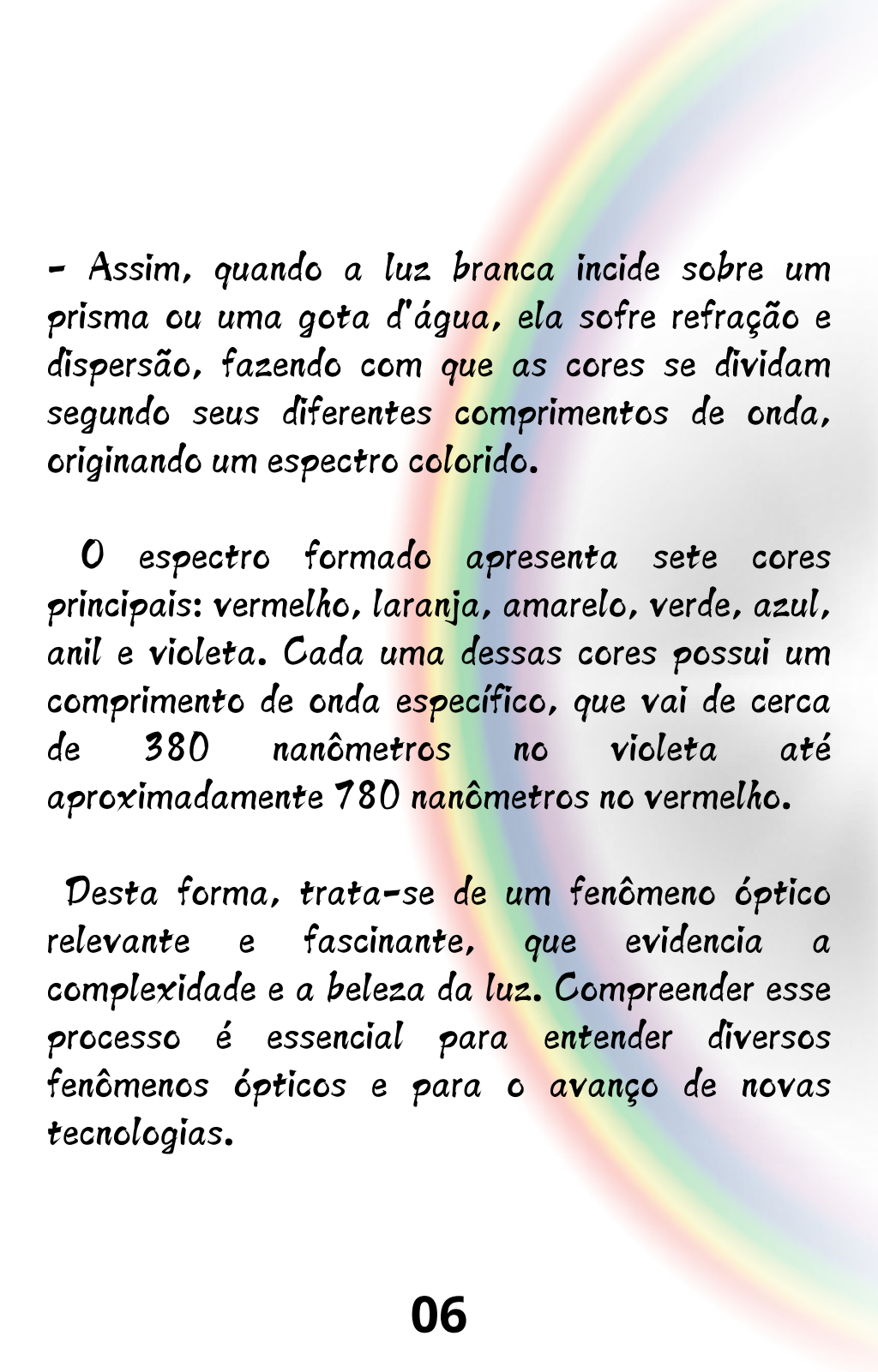
- O físico Isaac Newton, em 1672, estudou e elaborou teorias sobre o mecanismo da dispersão da luz. Newton explicou que a luz branca era composta por todas as cores e que essas cores eram relativas às frequências (comprimentos de onda) da luz.

Figura 04 - Explicação da dispersão da luz



fonte: elaborada pela autora

- Essa separação ocorre devido aos processos de refração e dispersão da luz. A refração acontece quando a luz muda sua direção ao passar de um meio para outro, enquanto a dispersão é o fenômeno que causa a separação das diferentes cores presentes na luz.



- Assim, quando a luz branca incide sobre um prisma ou uma gota d'água, ela sofre refração e dispersão, fazendo com que as cores se dividam segundo seus diferentes comprimentos de onda, originando um espectro colorido.

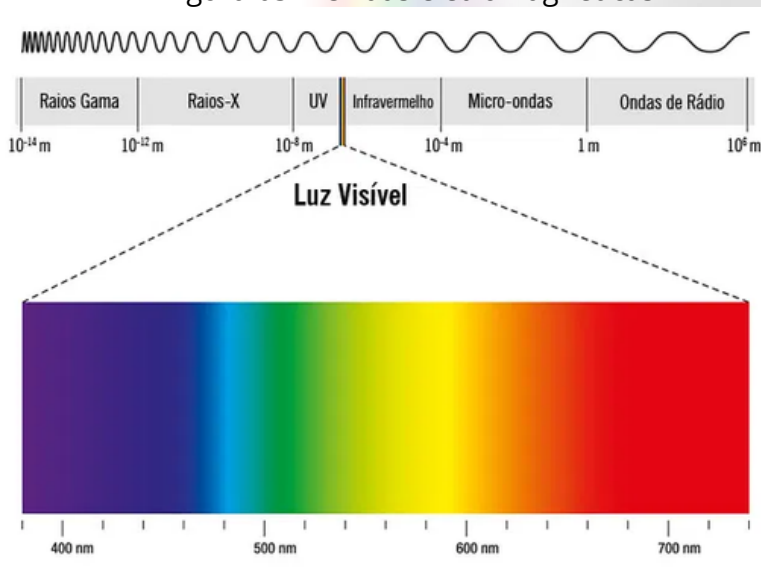
O espectro formado apresenta sete cores principais: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta. Cada uma dessas cores possui um comprimento de onda específico, que vai de cerca de 380 nanômetros no violeta até aproximadamente 780 nanômetros no vermelho.

Desta forma, trata-se de um fenômeno óptico relevante e fascinante, que evidencia a complexidade e a beleza da luz. Compreender esse processo é essencial para entender diversos fenômenos ópticos e para o avanço de novas tecnologias.

## 1.2. Das Ondas Eletromagnéticas

- Precisamos também entender sobre as ondas eletromagnéticas que são uma forma de energia que se propaga pelo espaço, transportando informações e calor. Elas são geradas pela oscilação de campos elétricos e magnéticos perpendiculares entre si e podem se propagar no vácuo, diferentemente das ondas mecânicas, que precisam de um meio material.

Figura 05 - Ondas eletromagnéticas



fonte: <https://l1nq.com/ondas-eletromagneticas>

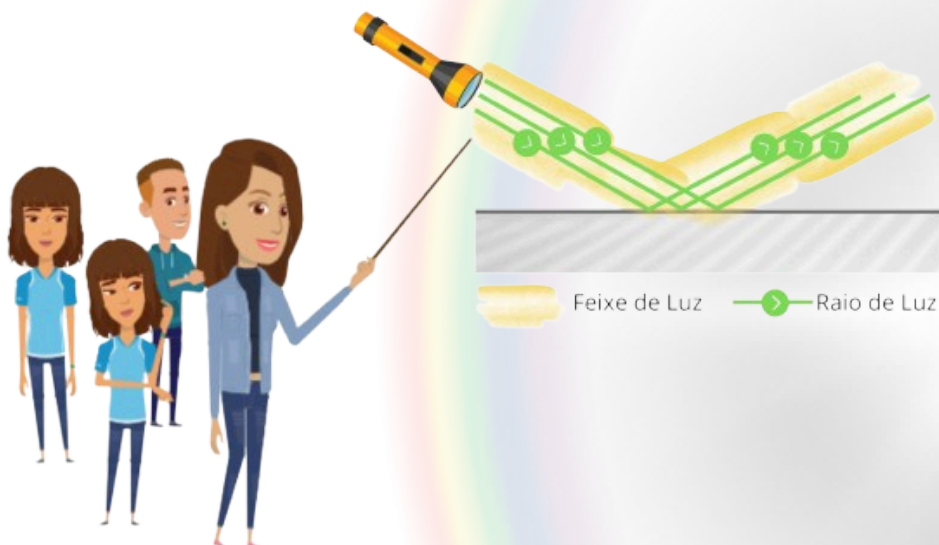
- Existem vários tipos de ondas eletromagnéticas, classificadas de acordo com sua frequência e comprimento de onda.

- Exemplos de ondas eletromagnéticas são as ondas de rádio que são utilizadas para transmissão de sinais de rádio e comunicação wireless, têm longos comprimentos de onda e baixas frequência; As micro-ondas usadas em fornos micro-ondas para aquecer alimentos e em sistemas de comunicação, como Wi-Fi e celulares; A radiação infravermelha é associada ao calor, é emitida por corpos quentes e utilizada em câmeras térmicas e sensores; A luz visível onde a faixa do espectro eletromagnético que o olho humano pode detectar, composta pelas cores do arco-íris; A radiação ultravioleta (UV) que são emitida pelo sol, pode causar queimaduras solares e é utilizada em lâmpadas germicidas; Os raios X que são usados na medicina para imagens diagnósticas internas, como radiografias e A radiação gama que são de alta energia, e é utilizada em tratamentos de câncer (radioterapia) e esterilização de materiais.

## 1.3. Lei da Reflexão

*Para os alunos entenderem melhor, a professora começou a explicar sobre os conceitos básicos da reflexão da luz e como isso poderia criar esse fenômeno incrível no céu.*

Figura 06 - Explicando a reflexão da luz

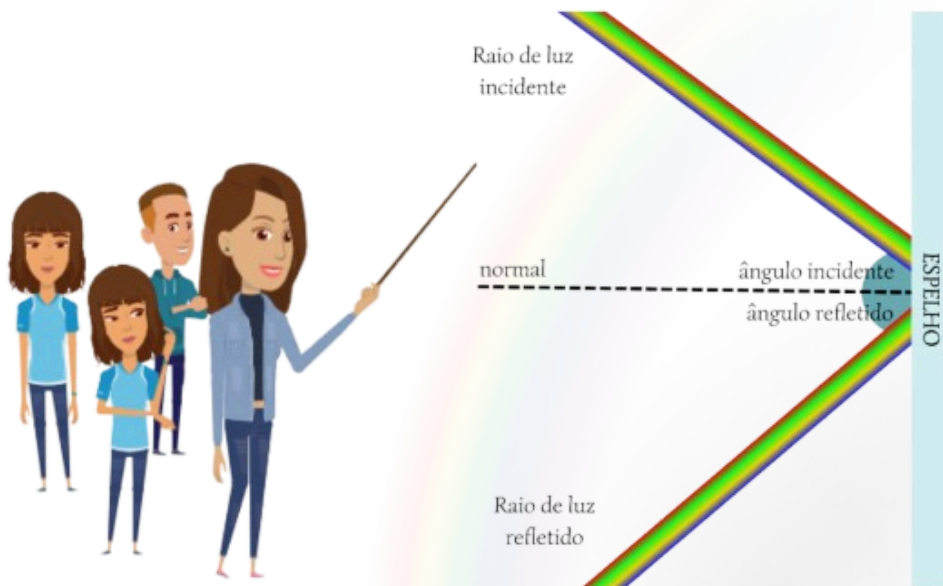


fonte: elaborada pela autora

*- A reflexão da luz é o fenômeno em que a luz, ao encontrar uma superfície, muda de direção e retorna ao meio de onde veio. É um processo fundamental para a nossa visão, pois permite que enxerguemos objetos que não emitem luz própria, refletindo a luz que recebem de outras fontes.*



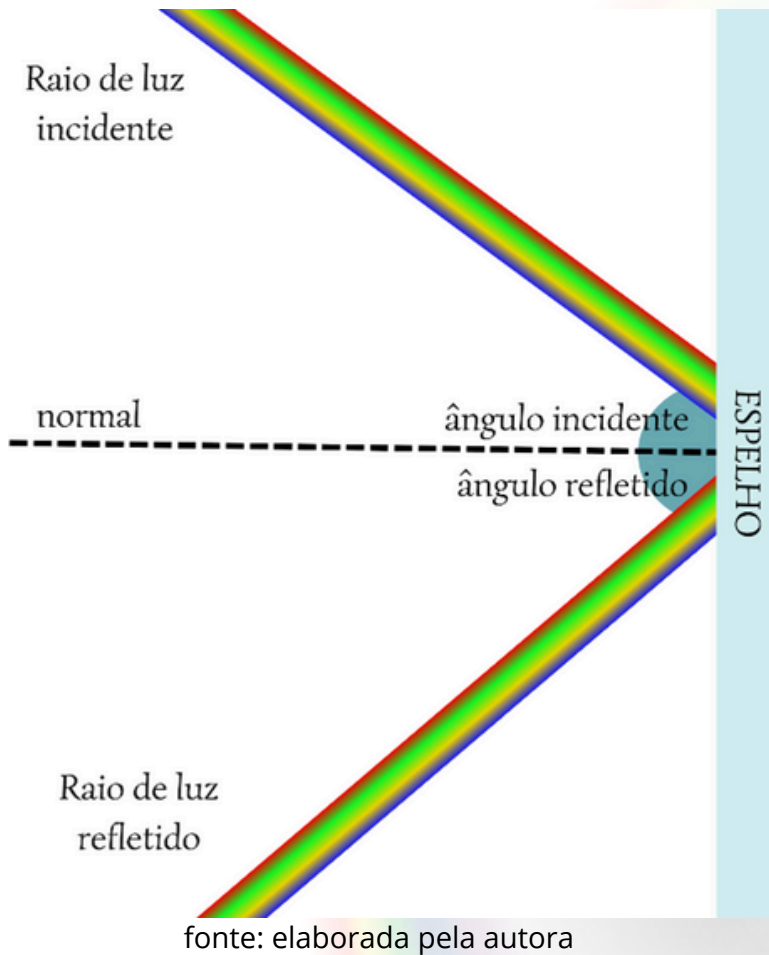
Figura 07 - Explicando a reflexão da Luz



fonte: elaborada pela autora

- A reflexão da luz pode se refletir de duas formas. Reflexão especular que ocorre quando a luz incide sobre superfícies lisas e bem polidas, como espelhos, fazendo com que os raios sejam refletidos de forma ordenada, resultando em imagens claras e definidas, e Reflexão difusa, que acontece em superfícies irregulares, onde os raios de luz são espalhados em várias direções, levando à distribuição da luz e a visualização do objeto por vários ângulos.

Figura 08 - Reflexão da Luz

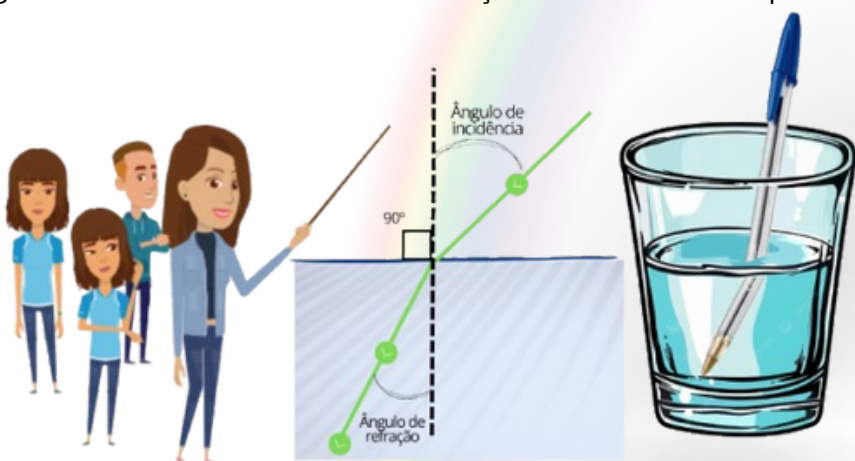


- De acordo com a lei da reflexão, o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão, o que implica que a luz branca visível incidente em uma superfície especular é refletida de volta ao espaço com um ângulo de reflexão igual ao ângulo de incidência.

## 1.4. Lei da Refração

*Em seguida a professora começou a explicar sobre os conceitos da refração da luz.*

Figura 09 - Entendendo sobre a refração através de um experimento



fonte: elaborada pela autora

- Quando um feixe de luz incide sobre uma interface que separa dois meios homogêneos e transparentes, parte da luz incidente é refletida e parte é refratada (ou transmitida) para o segundo meio, originando o feixe refratado. Isaac Newton foi o primeiro a observar esse fenômeno durante suas pesquisas sobre óptica, realizadas entre 1643 e 1727. Suas ideias sobre luz e cores, os experimentos com prismas e a teoria corpuscular da luz influenciaram profundamente os filósofos naturais do século XVIII.

- Os estudos de Isaac Newton sobre óptica se estenderam por quase trinta anos. Um dos elementos que mais despertou seu interesse foi a incomum refração observada no cristal-da-Islândia. Esse fenômeno é conhecido atualmente como a refração da luz em um prisma.

Figura 10 - Refração em prisma



fonte: <https://www.geologo.com.br/icelandspar.asp>

- De acordo com os estudos realizados, percebeu-se que em cristais normais, a luz que incidia perpendicularmente atravessava o objeto sem sofrer refração. Mas neste cristal, parte da luz lançada perpendicularmente era refratada e parte atravessava o objeto.

- A refração é regida pela Lei de Snell-Descartes, que estabelece que o produto do índice de refração do meio incidente pelo seno do ângulo de incidência é igual ao produto do índice de refração do meio refratado pelo seno do ângulo de refração. Essa lei pode ser expressa matematicamente como:

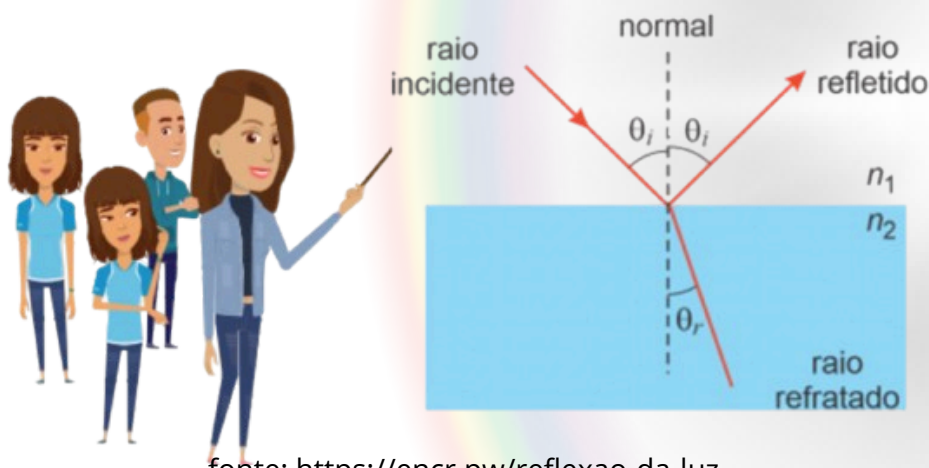
$$n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$$

- Onde  $n_1$  e  $n_2$  são os índices de refração dos meios incidente e refratado, respectivamente, e  $\theta_1$  e  $\theta_2$  são os ângulos de incidência e refração, respectivamente.

- A refração é um conceito fundamental na Física, e é importante para entender muitos fenômenos naturais e tecnológicos, como a formação de arco-íris e o funcionamento de lentes ópticas

- Como já sabemos, a luz sofre refração quando passa de um meio para outro, modificando sua velocidade. Em geral, a refração é acompanhada por um desvio na trajetória da luz, consequência da mudança de velocidade. O fenômeno da refração é acompanhado pela reflexão da luz. Assim, o raio de luz incidente na superfície divide-se em dois raios, um refratado e outro refletido.

Figura 11 - Explicando a refração da Luz



fonte: <https://encr.pw/reflexao-da-luz>

Continuou a professora, agora introduzindo o Fenômeno do Halo Solar e associando ao conteúdo já ministrado.



### 1.5. Apresentação do fenômeno do halo solar e sua beleza única. Breve explicação científica sobre a formação dos halos solares.

- Os Halos são formados quando a luz encontra cristais de gelo na atmosfera, causando refração e reflexão. As propriedades geométricas únicas desses cristais de gelo desempenham um papel crucial na formação da aparência dos halos.

Figura 12 - entendendo o Halo Solar



fonte: elaborada pela autora

- Para podermos observar o Halo, precisamos tomar alguns cuidados: Nunca olhar diretamente para o sol, pois este ato pode acarretar em danos irreversíveis a visão e sempre utilizar óculos escuro com filtros especiais ou óculos de soldador com classificação 14 ou superior.

Figura 13 - Importância do uso de EPI's



fonte: elaborada pela autora

- Se forem tirar foto é importante utilizar lentes com filtro especiais para que o brilho do sol não danifique o celular.

## 1.6. O que é um Halo Solar? Definição e características dos halos solares.

Figura 14 - Imagens verdadeiras do Halo Solar



fonte: elaborada pela autora

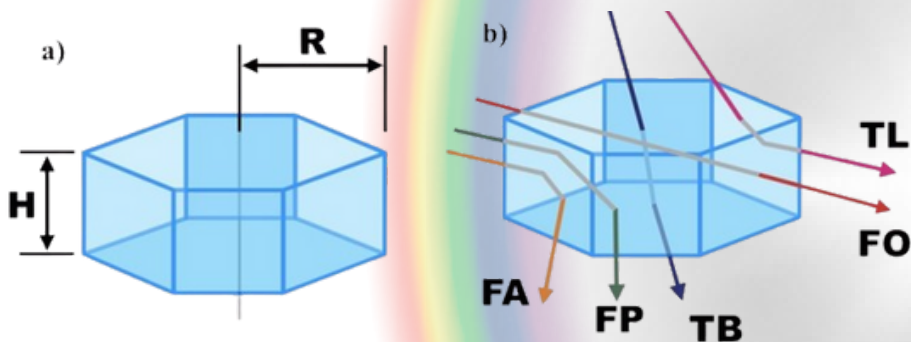


- O halo solar é um fenômeno óptico caracterizado pela formação de um círculo ao redor do Sol, exibindo cores semelhantes às de um arco-íris. Ele ocorre devido à interação entre a luz solar e os cristais de gelo presentes na atmosfera. Esse fenômeno se manifesta na troposfera, aproximadamente a 17 quilômetros de altitude, quando os raios solares são refletidos e refratados pelos cristais de gelo suspensos no ar, o que provoca a dispersão da luz e gera o efeito visual observado.

## 1.7. Explicação sobre como os halos solares são formados.

- A forma circular do halo está relacionada à estrutura hexagonal dos cristais de gelo, que apresentam seis faces laterais e dois planos na base. A formação molecular da água é um fator determinante para que esses cristais assumam a forma hexagonal durante o congelamento.

Figura 15 - Explicação dos cristais de gelo em sua estrutura hexagonal



FONTE: ADAPTADA DE CARVALHO AD, ET AL, 2013

Para que os alunos entendessem melhor, a professora explicou:

- Os cristais de gelo presentes na atmosfera funcionam como pequenos prismas que decompõem a luz branca do sol nas cores primárias, formando assim o halo solar de forma semelhante ao que ocorre com o arco-íris.

- Os halos solares são fenômenos impressionantes que decoram o céu com sua beleza sutil. Essas formações fascinantes, que podem ir desde anéis simples ao redor do Sol até complexas estruturas de arcos que se espalham por todo o firmamento, surgem a partir da interação da luz com pequenos cristais de gelo presentes na atmosfera. Os halos revelam a engenhosidade da natureza por meio da interação entre a luz e os cristais de gelo suspensos no ar.

Figura 16 - o Halo solar explicado por meio dos cristais de gelo



fonte: elaborada pela autora

*À medida que a luz atravessa os cristais, é curvada e redirecionada, resultando na formação de diversos fenômenos ópticos.*

Figura 17 - explicação de como os cristais de gelo influencia na formação do Halo Solar



fonte: elaborada pela autora

*Halos solares se formam pela refração da luz solar em cristais de gelo presentes em nuvens altas do tipo cirrostratus.*



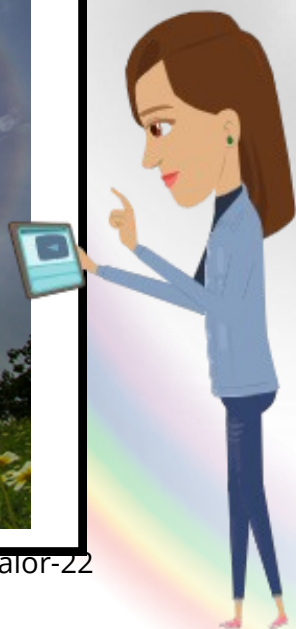
## 1.8. Descrição dos diferentes tipos de halos solares e suas respectivas fotografias

- Existem alguns diferentes tipos de Halo Solar. Esse que vocês estão vendo é o Halo Solar de  $22^\circ$ . É o mais comum deles, é o Halo de 22 graus que forma um círculo de raio aproximadamente  $22^\circ$  ao redor do sol, causado pela refração da luz em cristais hexagonais de gelo, que desviam a luz em um ângulo de 22.

Figura 18 - Halo Solar de  $22^\circ$

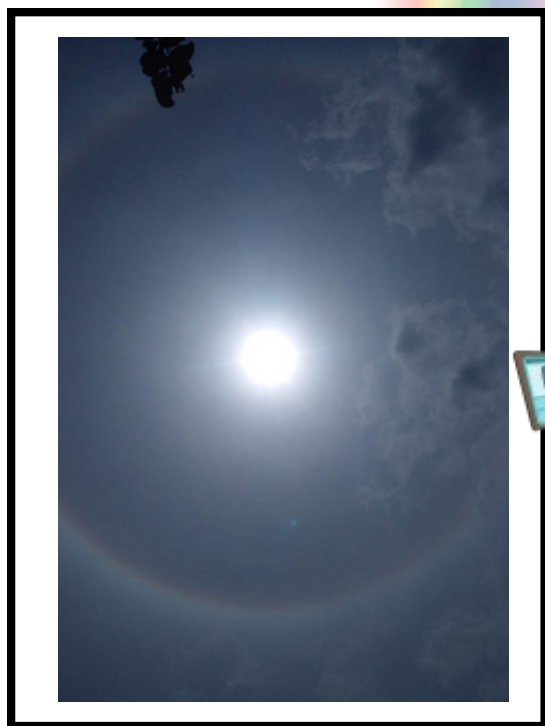


Fonte: <https://encr.pw/spacetoday-halor-22>



- Existe também o Halo de 46 graus, um pouco menos comum que o halo de 22°, aparece como um círculo maior, com raio de cerca de 46° ao redor do sol, e também resultante da refração da luz em cristais de gelo, mas com diferentes orientações.

Figura 19 - Halo Solar de 46°



fonte: <https://acesse.one/G1-Halo-Solar-46>

- Existem ainda os Parélio (Sun Dogs), tem pontos brilhantes que aparecem um pouco ao lado do sol, geralmente a  $22^{\circ}$  de distância e formados pela reflexão e refração da luz em cristais de gelo orientados, os cristais de gelo responsáveis pela formação dos parélios são, em geral, finas placas hexagonais que, ao caírem em um ar calmo, mantêm seus eixos principais na posição vertical devido à ação das forças aerodinâmicas.

Figura 20 - Halo Solar parelios

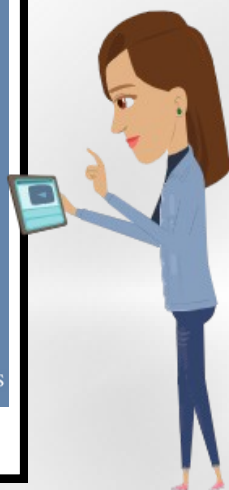
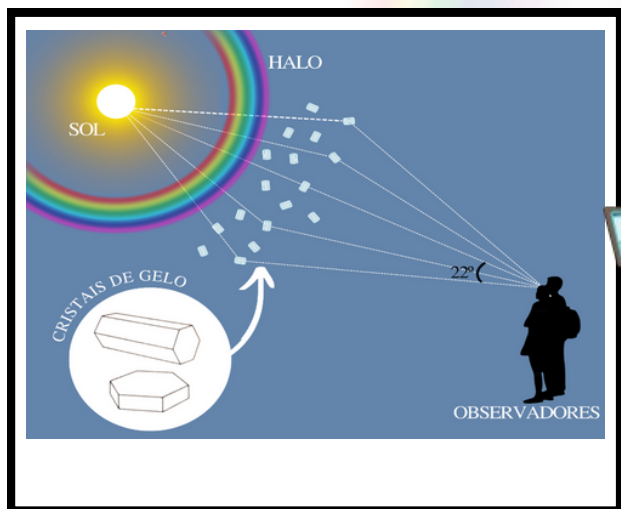


fonte: <https://dicadadiversao.com.br/o-que-e-um-parelio>



- A observação de halos solares ocorre durante o dia, quando o Sol está visível no céu, em posição moderadamente elevada – porém não no ponto mais alto (zênite), ou seja, exatamente acima da cabeça do observador, ou seja, a  $90^\circ$  de altitude em relação ao horizonte.

Figura 21 - ilustração do Halo solar vista sob a visão de observadores



fonte: elaborada pela autora

- Esse fenômeno óptico pode ocorrer em qualquer lugar do mundo, inclusive no Brasil, desde que haja cristais de gelo na atmosfera. Sua observação é facilitada em grandes altitudes, como em regiões montanhosas ou durante voos, onde os halos se tornam mais visíveis e variados.

## 1.9. Melhores condições meteorológicas e geográficas para observar halos solares.

- As condições atmosféricas favoráveis à observação envolvem a presença de nuvens altas do tipo cirrostratus, altitudes elevadas e boa transparência do ar, como ocorre com a aproximação de frentes frias. A formação de halos é mais comum em estações frias ou durante transições climáticas, quando há maior concentração de cristais de gelo na alta troposfera. Regiões de clima seco ou frio também favorecem o fenômeno pela maior presença de nuvens cirros.

Figura 22 - Explicação de como as condições atmosférica influenciam na formação do Halo Solar

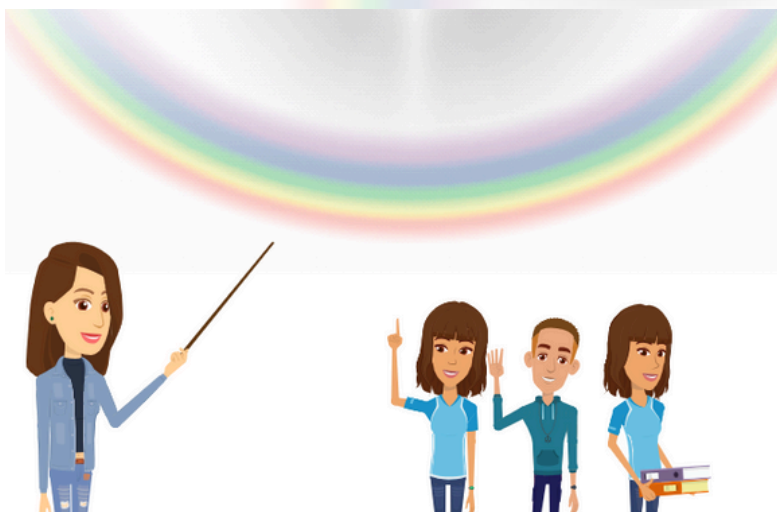


fonte: elaborada pela autora

## 1.10. Estações do ano e horários do dia mais propícios para a ocorrência de halos solares.

- As estações de inverno e outono, são particularmente favoráveis à ocorrência de halos solares. Nesses períodos, a atmosfera tende a apresentar maior estabilidade, o que facilita a formação de nuvens do tipo cirrostratus – estruturas de alta altitude compostas por cristais de gelo, fundamentais para esse tipo de fenômeno óptico.

Figura 23 - explicação de como as estações frias ajudam na formação do Halo Solar



fonte: elaborada pela autora



- Durante as transições entre estações, como do outono para a primavera, a variação nas massas de ar favorece a formação de nuvens altas e finas ligadas a frentes, aumentando a probabilidade de halos. Além disso, durante as transições sazonais, como entre o outono e a primavera, a variabilidade nas massas de ar contribui para o desenvolvimento de nuvens finas e elevadas associadas a sistemas frontais, ampliando as chances de formação dos halos.

Figura 24 - Explicando sobre a formação do Halo Solar



fonte: elaborada pela autora

*Finalizou a professora: - O Halo mais comum é o de  $22^{\circ}$ , que manifesta-se como um anel ao redor do Sol, resultante do desvio da luz em aproximadamente 22 graus. Esse desvio ocorre à medida que a luz atravessa milhões de cristais de gelo hexagonais, formando coletivamente o halo.*

Figura 25 - explicação do Halo Solar mais comum é o de  $22^{\circ}$



fonte: elaborada pela autora

*-Agora, vou passar uma tarefa de casa para vocês trazerem na próxima aula.*

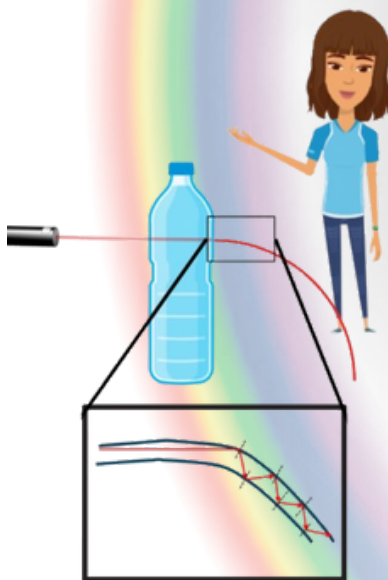
## CAPÍTULO 2. Aplicação da Física através de Experimentos

### 2.1. Experimento que explica a reflexão da Luz

A tarefa passada pela professora, era trazer para aula experimentos que poderiam explicar esse fenômeno físico.

Mariana e seus colegas fizeram um experimento que explicava sobre a reflexão da luz.

Figura 26 - Experimento da água que faz curva



Fonte: Elaborada pela autora

Mariana começou falando sobre o processo de montagem do experimento.

- Para criar o experimento “luz que faz curva” usei materiais de baixo custo:

- 1 laser de qualquer cor.
- 1 Garrafa de plástico (PET).
- 1 prego.

Figura 27 - Materiais para o Experimento água que faz curva



fonte: elaborada pela autora

-Utilizando o prego, comece fazendo um furo, com aproximadamente meio centímetro de diâmetro, em um lado da garrafa pet, o furo deve ser feito de preferência na parte inferior da garrafa como na ilustração acima. Pois assim, o líquido demorará mais para acabar e você conseguirá apreciar o efeito por mais tempo.

- Você enche a garrafa com água, diminui a luminosidade do ambiente, após isso, paralelo ao buraco feito com o prego, aponta o laser para o fio de água que corre. Conforme ilustração abaixo.

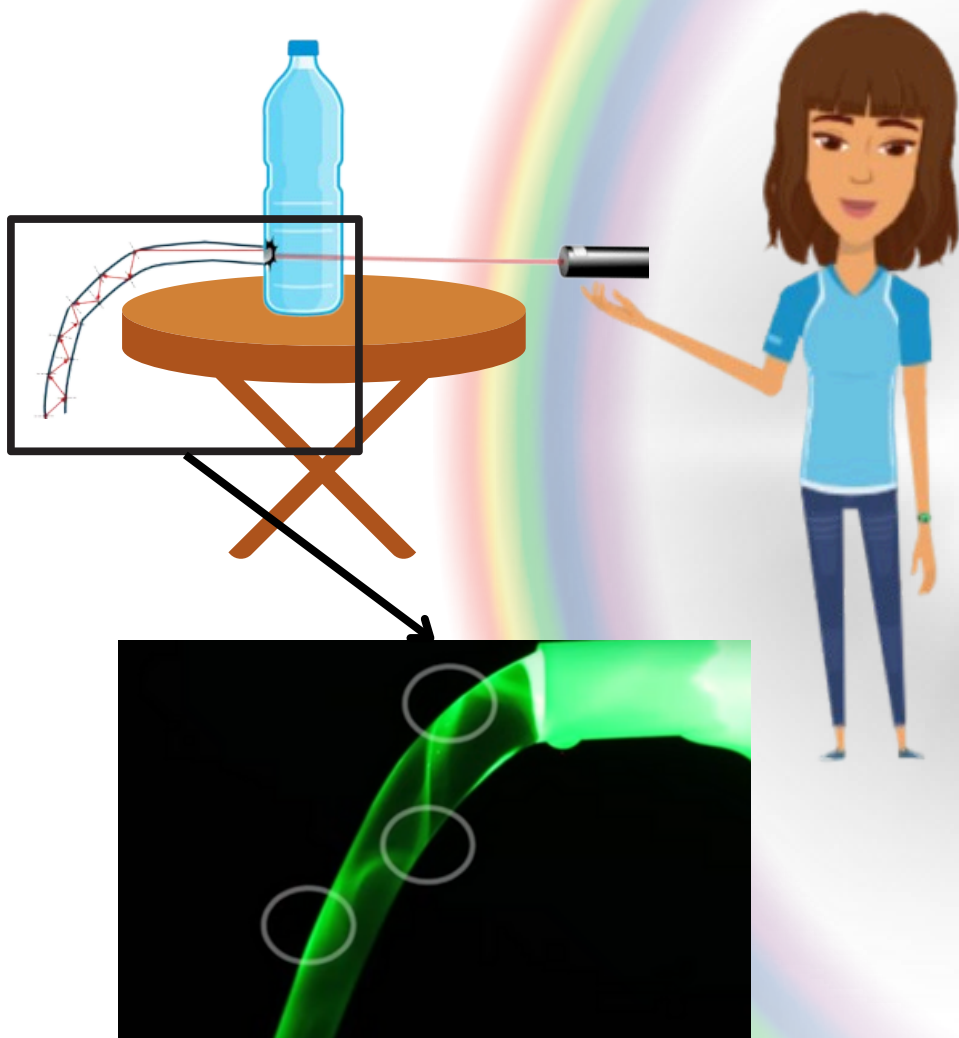
Figura 28 - Explicação do experimento água que faz curva



Mariana, começou a explicar que a luz quando percorre o fio de água, vai sofrendo várias reflexões sucessivas, sempre que se aproxima da superfície que separa a água do ar, por isso, temos a impressão que a luz faz curva.

*Com este experimento demonstramos que a luz pode sofrer sucessivas reflexões totais no interior de um filete de água escoando no ar.*

Figura 29 - Explicação do experimento água que faz curva



Fonte: Manual do Mundo. link: [shrin.ky/222vw](https://shrin.ky/222vw)

## 2.2. Experimento que explica a refração da Luz

*Logo após, Fernando apresenta seu trabalho, o tema que ele escolheu foi refração, o seu experimento também utilizou materiais de baixo custo que ajudaria na explicação do tema.*

*- Bom, o meu experimento vai precisar de:*

- canetinha*
- um copo de vidro transparente*
- água*

Figura 30 - materiais para o experimento refração da luz



fonte: elaborada pela autora



*Que começa explicar como funciona:*

*- Primeiramente, vocês vão precisar colocar água até a metade do copo.*

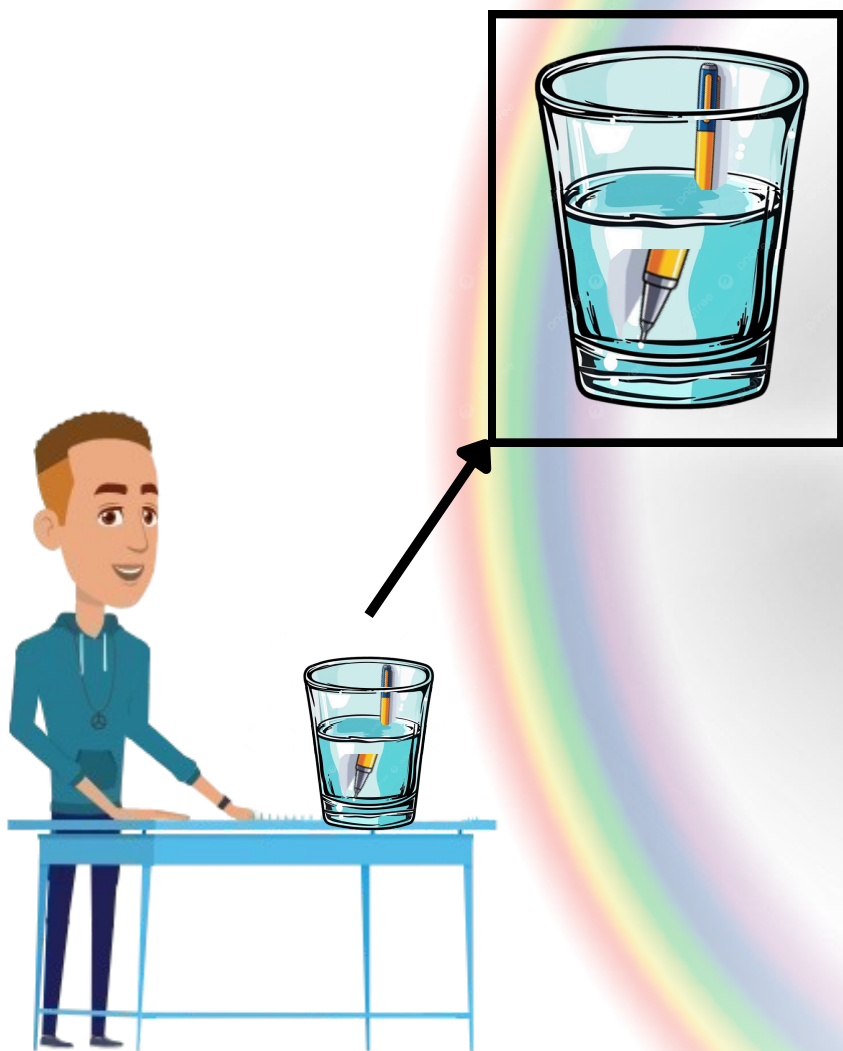
Figura 31 - Explicação do experimento refração da luz



fonte: elaborada pela autora

- Depois, com o copo cheio de água, você vai colocar a caneta dentro do copo com água, e observe o que acontece com a caneta.

Figura 32 - Explicação do experimento refração da luz



fonte: elaborada pela autora

- Então... quando colocamos uma caneta dentro de um copo com água, ela parece quebrada ou deslocada na parte onde entra na água. Isso acontece devido à refração da luz, a luz muda de direção ao passar de um meio (ar) para outro (água), por terem densidades diferentes. Nesse caso, a luz refletida pela parte da caneta submersa é desviada ao sair da água, fazendo com que nossos olhos percebam a caneta em uma posição diferente da real.

Figura 33 - Explicação do experimento refração da luz



fonte: elaborada pela autora

*Depois que todos os alunos apresentaram seus experimentos, a professora continua:*

Figura 34 - Explicação do Halo Solar



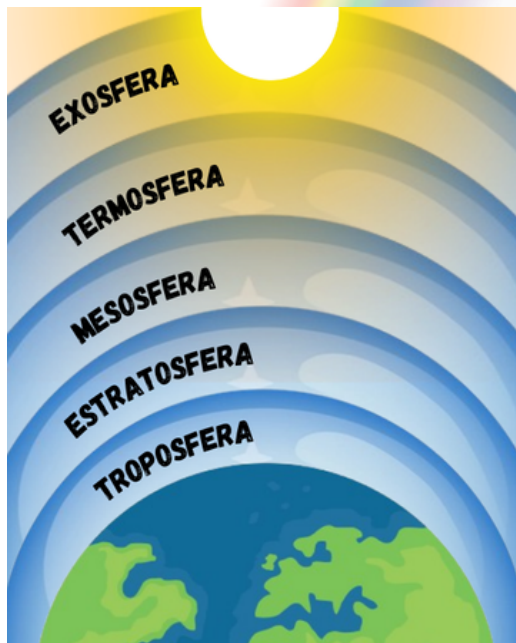
fonte: elaborada pela autora

*- O trabalho de dissertação de Silva, E. D. G.; Angulo, E. L. H (2025), fala que:*

### CAPÍTULO 3. A Física por trás do Fenômeno do Halo Solar

- “Halo Solar é um fenômeno óptico em que se caracteriza por ter um círculo ao redor do sol” esse círculo é semelhante ao arco-íris.

Figura 35 - Explicação das camadas atmosférica

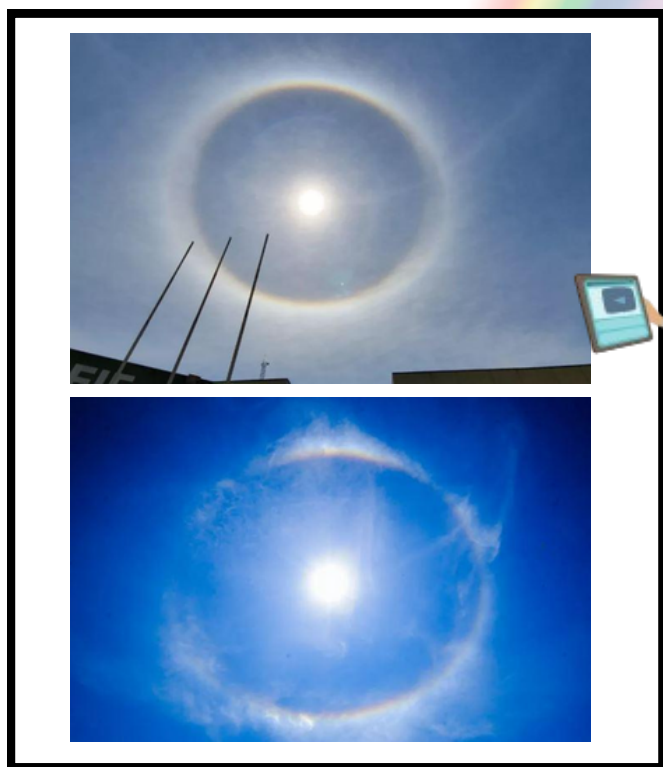


fonte: elaborada pela autora

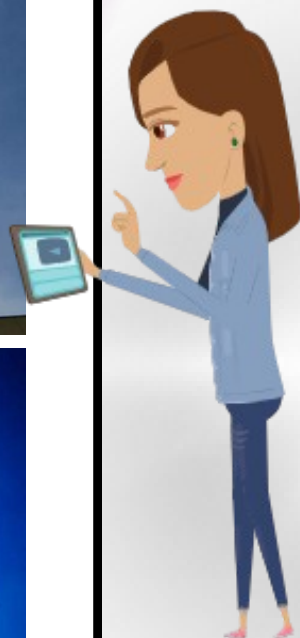
- O Halo Solar ocorre na troposfera. A troposfera é a camada mais próxima da terra. É a camada mais baixa da atmosfera, estendendo-se desde a superfície da Terra até cerca de 10-17 km de altitude, dependendo da latitude. É nela que ocorrem as mudanças climáticas, a formação de nuvens.

- Essas são algumas imagens que foram encontradas nos sites de notícias. Esse Halo Solar de cima aconteceu na cidade de Itapetitinga, estado de São Paulo.

Figura 36 - Halo Solar vista nos céus de rio Branco/AC e Itapetininga/SP



fonte: G1

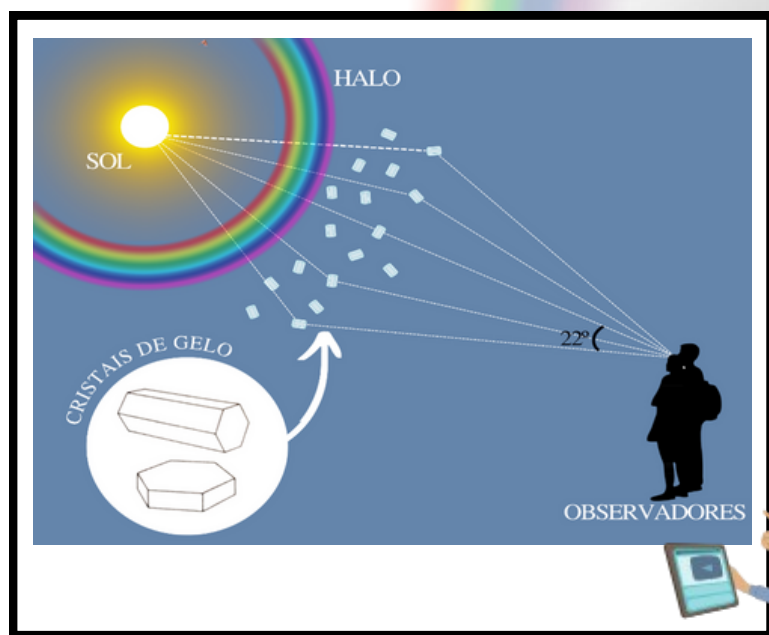


- Já esse Halo Solar abaixo aconteceu na cidade de Rio Branco, estado do Acre.



- E aqui temos uma ilustração que mostra perfeitamente como o Halo Solar de  $22^\circ$  é formado. Os cristais de gelo suspensos na atmosfera, que tem o formato hexagonal, são refratados por meio dos feixes de luz, formando esse fenômeno ao redor do Sol.

Figura 37 - Formação do Halo Solar e posições dos cristais de gelo



fonte: elaborada pela autora



Os alunos ficaram suspensos com as descobertas.  
- É possível fazer um experimento para visualizar a dispersão da luz usando um prisma e uma fonte de luz colimada, como uma lâmpada fluorescente. Testem em casa e me contem se conseguiram. Disse a professora.

Figura 38 - outras formas de entender a Física do Halo Solar



fonte: elaborada pela autora

*E a professora finaliza:*

*- O raio do halo é constante e determinado pelo formato dos cristais de gelo, e não pelo brilho do sol.*

Figura 39 - Cristais de gelo que influenciam diretamente na formação do Halo Solar



fonte: elaborada pela autora

*- E se o halo solar aparece é um indicador de boa umidade na atmosfera.*

## REFERÊNCIAS:

ANIMAKER INC. Animaker – plataforma de criação de vídeos animados. Disponível em: <https://www.animaker.com>. Acesso em: 16 jul. 2025.

CANVA. Canva – plataforma de design gráfico. Disponível em: <https://www.canva.com>. Acesso em: 16 jul. 2025.

Manual do Mundo. “A luz que faz curva – Um experimento de óptica.” YouTube, uploaded by Manual do Mundo, 2023, [www.youtube.com/watch?v=citqpgza6tE](https://www.youtube.com/watch?v=citqpgza6tE). Acesso em: 16 Jul. 2025.

