

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**  
**INSTITUTO DE FÍSICA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**FORMAÇÃO CONTINUADA PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS DA NATUREZA  
E DA MATEMÁTICA COM FOCO NA UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS  
RELACIONADOS À MICROSCOPIA ÓPTICA**

**SIMONE JOSÉ APARECIDA DA SILVA SANTOS**

**CUIABÁ - MT**

**2016**

**SIMONE JOSÉ APARECIDA DA SILVA SANTOS**

**FORMAÇÃO CONTINUADA PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS DA NATUREZA  
E DA MATEMÁTICA COM FOCO NA UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS  
RELACIONADOS À MICROSCOPIA ÓPTICA**

Produto apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais da Universidade Federal do Estado de Mato Grosso, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências Naturais.

Prof. Dr. Eduardo Augusto Campos Curvo.

CUIABÁ - MT

2016

## RESUMO

SILVA SANTOS, Simone José Aparecida da. **Formação continuada para o ensino das ciências da natureza e da matemática com foco na utilização de experimentos relacionados à microscopia óptica.** Cuiabá, 2016. 48 p. Produto (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso.

Por meio deste trabalho, apresenta-se uma proposta de formação continuada para o ensino das Ciências da Natureza e da Matemática com foco na utilização de experimentos relacionados à microscopia óptica. Na construção desta proposta, buscou-se estabelecer relação entre estas duas áreas do conhecimento e, destas com o cotidiano, pois se considera a necessidade da realização de trabalhos interdisciplinares e contextualizados em situações cotidianas. Nela propõe-se uma discussão a respeito dos conceitos relacionados à óptica geométrica, envolvidos nos experimentos: Qual a natureza da luz? O que são lentes? Quais os tipos de lentes? O que é distância focal? Quais os meios de propagação da luz? Entre outras. Também se aborda sobre o experimento da câmera escura de orifício e do cinema na caixa escura, sobre uma luneta utilizando materiais de baixo custo e dois microscópios, um usando laser verde e seringa e outro usando um celular e lente de leitor de CD. Além disso, se destaca a importância de práticas inerentes ao uso do microscópio óptico para o Ensino Médio e de atividades envolvendo simulações do portal PhET. Na sua elaboração, procurou-se contemplar tecnologias educativas disponíveis nas escolas estaduais do município de Alta Floresta, bem como, desenvolver atividades experimentais, a partir de situação problema.

**Palavras Chave:** Tecnologias educativas. Microscópio óptico. Atividades Experimentais.

## ABSTRACT

SILVA SANTOS, Simone José aparecida da. **Continuing education for sciences of nature and mathematics teaching focused on the use of experiments related to optic microscopy**. Cuiabá, 2016. 48 p. Product (MA) – Post Graduate Program in Teaching of Natural Sciences, Institute of Physics, Federal University of Mato Grosso.

This work presents a proposal for continuing education on the subject of teaching of natural sciences and mathematics, focusing on the use of experiments related to optical microscopy. It was aimed to establish a relationship between these two areas of knowledge and the daily life, seeking to carry out interdisciplinary and contextualized work. It proposes a discussion about the concepts related to geometrical optics involving experiments: What is the nature of light? What are lenses? What are the types of lenses? What is focal length? By which means light propagates? Among others. It also discusses about the experiment of the darkroom and the movie theater in the dark box, on a telescope using low cost materials and two microscopes, one using green laser and syringe and another using a cell phone and CD player lens. Moreover, it highlights the importance of inherent practices to the use of the optical microscope to the high school and activities involving the PhET portal simulations. The development of this proposal tried to contemplate educational technologies available at state schools in the municipality of Alta Floresta and to develop experimental activities, starting from problem situation.

Keywords: Educational technologies. Optical microscope. Experimental activities.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>PLANO DA FORMAÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>Justificativa.....</b>	<b>6</b>
<b>Objetivo Geral .....</b>	<b>8</b>
<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>8</b>
<b>Referenciais Teóricos .....</b>	<b>8</b>
<b>Metodologia .....</b>	<b>43</b>
<b>Avaliação.....</b>	<b>45</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>46</b>

## INTRODUÇÃO

A proposta de formação continuada para o ensino das Ciências da Natureza e da Matemática tem foco na utilização de experimentos relacionados à microscopia óptica e foi elaborada com a contribuição da professora formadora do CEFAPRO de Alta Floresta: Marilaine de Castro Pereira Marques (Professora Formadora de Biologia do Centro de Formação e Atualização dos Profissionais da Educação Básica – CEFAPRO de Alta Floresta – MT).

Na construção desta proposta buscou-se estabelecer relações entre a área das Ciências da Natureza e da Matemática e, destas com o cotidiano, pois se considera a necessidade da realização de trabalhos interdisciplinares e contextualizados em situações cotidianas. É importante destacar que o CEFAPRO de Alta Floresta não tem, em seu quadro de formadores da área das Ciências da Natureza, professores habilitados em Física e Química, deste modo, apenas a professora da disciplina de Biologia contribuiu com o desenvolvimento do mesmo.

Por meio desta proposta, discute-se sobre a utilização de experimentos no ensino destas duas áreas do conhecimento, buscando a promoção da abordagem interdisciplinar. Na sua elaboração procurou-se inserir as Tecnologias da Informação e Comunicação disponíveis nas escolas estaduais do referido município, bem como, desenvolver atividades experimentais, contemplando a resolução de situações problemas e aspectos interdisciplinares na área das Ciências da Natureza e da Matemática.

## PLANO DA FORMAÇÃO

**Título:** Formação continuada para o ensino das Ciências da Natureza e da Matemática com foco na utilização de experimentos relacionados à microscopia óptica

**Professoras formadoras do CEFAPRO de Alta Floresta responsáveis pela formação:**

Marilaine de Castro Pereira Marques (Professora Formadora de Biologia)

Simone José Aparecida da Silva Santos (Professora Formadora de Matemática)

**Público a ser atendido:** professores das Ciências da Natureza e da Matemática que trabalham no Ensino Médio das escolas públicas de Alta Floresta – MT.

**Carga horária:** 8 horas presenciais.

### Justificativa

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNEB) orientam que se devem considerar “o que os estudantes já sabem, o que eles gostariam de aprender e o que se considera que precisam aprender”. Para tanto, é importante pensar em metodologias de ensino, distintas das que se encontram nas salas de aula tradicionais. Metodologias que possibilitem oferecer ao estudante a oportunidade de uma atuação ativa, interessada e comprometida no processo de aprender, que incluam não só conhecimentos, mas, também, sua contextualização, experimentação, vivências e convivências em tempos e espaços escolares e extraescolares, mediante aulas e situações diversas, inclusive nos campos da cultura, do esporte e do lazer. (BRASIL, 2013, p. 183).

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) está posto que experimentar pode significar: observar situações e fenômenos a seu alcance, em casa, na rua ou na escola; desmontar objetos tecnológicos, tais como chuveiros, liquidificadores; construir aparelhos e outros objetos simples, como projetores ou dispositivos óptico-mecânicos. Pode também envolver desafios, estimando, quantificando ou buscando soluções para problemas reais. (BRASIL, 2000, p. 84).

Sendo assim, propõe-se uma formação continuada para professores das áreas das Ciências da Natureza e da Matemática, buscando promover da utilização de experimentos interdisciplinares, enfocando a óptica geométrica e o uso do microscópio óptico.

Além da importância da experimentação na construção de conceitos, também será enfatizada na formação, a necessidade de trabalhar de forma significativa e contextualizada. Pois, entende-se que a realização das atividades experimentais na educação básica, envolvendo a construção do cinema na caixa, da luneta, do microscópio alternativo (usando laser verde e seringa ou lente de leitor de CD e celular) e os estudos e práticas inerentes ao uso do microscópio óptico, possibilitam a discussão de muitos conceitos relacionados à Física e à Matemática, entre outras disciplinas.

A discussão se inicia antes mesmo das construções. São muitas as questões envolvidas no processo: O que são lentes? Como elas funcionam? O que são lentes convergentes? E divergentes? O que são lentes objetivas? E oculares? O que é distância focal? Como calcular o grau de uma lente? Muitas destas questões são pertinentes, algumas fazem parte do nosso dia a dia, e às vezes nem percebemos, haja vista, muitas pessoas utilizarem lentes para corrigir distúrbios da visão.

Segundo Young (2009, p. 1), “A cor azul dos lagos, o ocre do deserto, o verde das florestas e as diversas cores do arco-íris podem ser apreciadas por qualquer um que tenha olhos para ver.” Mas, também se podem ver as cores com mais intensidade, e apreciar com mais profundidade o mundo visível. Para tanto, de acordo com o referido autor, faz-se necessário estudar uma parte da Física chamada óptica, a qual possibilita conhecer o funcionamento do olho humano e de dispositivos como: óculos, câmeras, microscópios, lunetas e telescópios.

As Ciências da Natureza são constituídas por atividades sociais e culturais, num diálogo constante com as demais Ciências. No entanto, na maioria das vezes, são apresentados aos estudantes da educação básica, ideias e conceitos em contextos totalmente desconectados, sem ajudá-los a fazerem ligações que poderiam contribuir para que compreendessem, de forma mais ampla e profunda, esses conhecimentos. "Como consequência, não é desenvolvida a construção de uma visão mais completa e integrada do pensar científico e da forma de conhecer mais cientificamente a natureza", objeto comum de estudo desta área. (BRASIL, 2014, p. 10).

Nesta perspectiva, propõe-se uma formação que busca estabelecer relações entre as disciplinas de Biologia, Física, Química e Matemática e, além disso, das ciências com o



cotidiano, pois, se entende que estas relações são necessárias e podem contribuir para que o estudante participe ativamente na sociedade, ajudando-o nos processos de escolha e tomada de decisões.

Por meio deste trabalho, pretende-se desenvolver os seguintes objetivos:

### **Objetivo Geral**

Realizar uma formação acerca da utilização de experimentos no ensino das Ciências da Natureza e da Matemática, enfocando a óptica Geométrica e o uso do microscópio óptico, promovendo a interdisciplinaridade.

### **Objetivos específicos**

- ✓ Propiciar estudos e práticas inerentes ao uso do microscópio óptico para o ensino das Ciências da Natureza e da Matemática;
- ✓ Realizar o experimento do cinema na caixa escura;
- ✓ Construir uma luneta e microscópios alternativos utilizando materiais de baixo custo;
- ✓ Utilizar simuladores do portal PhET como recurso para o estudo da óptica geométrica.
- ✓ Oportunizar aos participantes, uma discussão acerca dos conceitos Biológicos, Físicos, Químicos e Matemáticos evidenciados nos experimentos realizados.

### **Referenciais Teóricos**

Durante a realização dos experimentos: construção de uma câmera escura de orifício, cinema na caixa escura, microscópio alternativo e das práticas com microscópios ópticos, serão abordados alguns conteúdos das Ciências da Natureza e da Matemática. Como por exemplo: Retas paralelas e retas concorrentes, Sistema de medida (comprimento), Ampliação de figuras, Cálculo de área, Razão e proporção, Esfera, Diâmetro. Natureza da Luz, Meios de propagação da luz, Reflexão, Refração, Lentes, Densidade, Distância focal, Globo ocular e Funcionamento do olho humano, DNA, Verminose, Composição química, Reação química, Íons.

## **Conceitos envolvidos na formação**

### **A natureza da luz**

Sampaio e Calçada (2005, p. 325-327) afirmam que havia duas questões relacionadas à luz, que intrigavam os primeiros filósofos gregos: a natureza da luz (do que é feita a luz?) e sua velocidade. Neste trabalho será dada maior ênfase à natureza da luz. Segundo este autor, durante mais de dois mil anos não houve progresso nas especulações sobre o assunto. Somente no século XVII a questão foi retomada e a teoria que teve maior prestígio, foi a elaborada por Newton. Essa dizia que a luz seria formada por corpúsculos materiais, que diferiam em tamanho e que cada tamanho corresponderia a uma cor diferente. Inicialmente esta teoria foi aceita pela maioria dos físicos, no entanto, foram surgindo fatos difíceis de serem explicados por ela.

Segundo Martins e Silva (2015, p. 24), Newton procurou defender as ideias de que a luz branca é uma mistura de todas as cores, que cada cor pura está associada a uma refração diferente, e que as cores puras separadas por um prisma não sofrem modificações quando são refratadas, refletidas, espalhadas ou em qualquer outro fenômeno. Newton passou a ser identificado como defensor de um modelo corpuscular para a luz. Ele acreditava neste tipo de concepção para a luz e criticou de forma contundente o modelo ondulatório; no entanto, considerava a existência de corpúsculos de luz apenas como uma hipótese provável e não como um fato demonstrado cientificamente. Segundo estes autores, o fato de Newton classificar o trabalho como uma hipótese, lhe permitia elaborar modelos para a luz e o éter, sem entrar em conflito com estudos de outros autores da época.

Martins e Silva (2015) também afirmam que é comum associar Newton ao modelo corpuscular da luz. No entanto, ao longo de suas pesquisas ele utilizou diversas hipóteses para tentar compreender os fenômenos ópticos.

Newton utilizou inicialmente o modelo corpuscular para a luz para explicar reflexão, refração e dispersão cromática, assumindo que os corpúsculos de luz são defletidos na interface entre dois meios diferentes. Nos casos da reflexão e refração supôs um modelo simples de colisão análogo à reflexão de uma esfera colidindo em uma superfície; e um modelo inspirado no *Dioptrique* de Descartes no qual a velocidade de uma esfera se altera quando ela muda de meio. No entanto, esses modelos deixam de funcionar quando se assume que a matéria é constituída por

átomos e vazios; e também não conseguem explicar a reflexão parcial da luz que ocorre quando ela sai de um meio refringente para o ar (ou para o espaço vazio). Consciente dessas dificuldades, Newton investigou outras possibilidades supondo a existência de éter entre os átomos ou uma força entre a superfície e os corpúsculos de luz. (MARTIS E SILVA, 2015, p. 24).

Devido a estas questões, no início do século XIX, a teoria corpuscular de Newton, foi abandonada passando-se a aceitar a teoria ondulatória da luz, ou seja, interpretando a luz como uma onda. À frente das discussões estava Christian Huygens. Esta teoria teve grande sucesso e explicou muitos acontecimentos sobre a luz. A partir das proposições de Huygens, vários fenômenos ópticos puderam ser explicados, como a difração dos raios de luz e a interferência.

Segundo Carvalho o conceito de corpúsculo, ou partícula, é diferente do conceito de onda:

uma partícula transporta matéria, uma onda não, uma partícula pode se locomover no vácuo, uma onda necessita de um meio para se propagar (nesse período era o que se pensava), uma onda atravessa obstáculos menores que seu comprimento, uma partícula não, enfim, para a Física Clássica ou a luz era uma coisa ou outra, conseqüentemente, ou aceitava-se o modelo ondulatório ou aceitava-se o modelo corpuscular, um descartava o outro e foi o que aconteceu por um certo período. (Carvalho, 2005, p. 07).

Muitas pessoas colaboraram para a construção do conceito da natureza da luz, dentre eles: Faraday, Fresnell e Maxwell. Faraday demonstrou que um campo magnético podia inverter os planos de polarização da luz e alertou Maxwell sobre a relação entre a luz e os fenômenos eletromagnéticos. Este, aproveitando-se dos trabalhos matemáticos de Fresnell, chegou a equações que expressavam o comportamento de uma corrente elétrica e de seu campo magnético associado. Em 1864, Maxwell concluiu que a luz e magnetismo são resultados de uma mesma substância: a luz é um distúrbio eletromagnético propagado através do campo de acordo com as leis do eletromagnetismo. A novidade do seu trabalho de foi demonstrar que a luz era uma onda eletromagnética e que, portanto, com as ondas eletromagnéticas deveriam ocorrer os fenômenos de reflexão, refração, enfim, todos os que ocorrem com a luz. (CARVALHO, 2005, p. 08).

Foram as ideias de Faraday que possibilitaram a Maxwell obter as equações do campo eletromagnético, que permitiram estabelecer a natureza eletromagnética da luz, que se comportaria, de fato, como onda transversal.

Em 1815, Fresnel deu início a uma série de experiências sobre difração da luz e propôs uma formulação matemática dos princípios de Huygens e da interferência. Ele empreendeu importantes estudos acerca do fenômeno da polarização, afirmando que a luz era composta por ondas transversais, resultado de duas polarizações e não longitudinais, como se pensava até então.

Carvalho (2005, p. 12) afirma que Planck, em 1900, propôs uma hipótese baseada no eletromagnetismo de Maxwell e na termodinâmica de Boltzmann: a energia não é contínua, mas existe em pequenas quantidades denominadas de “quanta”.

Em 1905, Einstein publicou cinco artigos, dentre estes, um explicando a natureza da luz: “Sobre um ponto de vista heurístico a respeito da produção e transformação da luz”, no qual se apossa do conceito de quanta, proposto por Planck, e afirma:

na propagação de um raio de luz emitido por uma fonte puntiforme, a energia não é continuamente distribuída sobre volumes cada vez maiores de espaço, mas consiste em um número finito de quanta de energia, localizados em pontos do espaço que se movem sem se dividir e que podem ser absorvidos ou gerados somente como unidades integrais. (CARVALHO, 2005, p. 13).

A partir de então foi criada uma nova teoria, a Mecânica Quântica, segundo a qual, a luz e todas as ondas eletromagnéticas, são formadas por pequenos "pacotes" de energia denominados fótons. Atualmente, os físicos dizem que a luz tem uma natureza dual: em certos casos se comporta como onda e em outros como partícula (fóton). (SAMPAIO; CALÇADA, 2005, p. 328-331).

### **Meios de propagação da luz**

A luz é uma forma de energia, sendo assim, ao percorrer um meio material, ela pode ser absorvida, transformando-se em outros tipos de energia. Chama-se de meios ópticos os meios materiais em que se considera a propagação da luz, sendo eles: transparente, translúcido e opaco. O único meio totalmente transparente é o vácuo. A água, em pequenas camadas é transparente à luz. O vidro e o papel celofane são exemplos de

material transparente à luz. O vidro fosco e o papel vegetal são exemplos de meios translúcidos, ou seja, aqueles que permitem a passagem parcial da luz, sendo impossível ver com nitidez através deles. Os meios opacos não permitem que a luz se propague, como exemplo: placa metálica, tijolo e madeira. (SAMPAIO; CALÇADA, 2005, p. 333).

O ar, em camadas estreitas, é considerado homogêneo, pois em qualquer porção dele, encontram-se os mesmos tipos de molécula e a mesma densidade. Porém, a atmosfera como um todo é heterogênea. Quando a propagação da luz em um dos meios (transparente, translúcido e opaco) é a mesma, independentemente da direção percorrida por ela, esse meio é denominado isotrópico (ar); caso contrário é dito anisotrópico (madeira). Os meios transparentes, homogêneos e isotrópicos são chamados de ordinários.

### **Raios de luz**

Em meios ordinários esses raios são retilíneos. Portanto, um raio de luz se propaga em linha reta em meios homogêneos de propagação, ou seja, a luz se propaga em linha reta quando as características do meio não variam.

Para representar a propagação da luz, usam-se linhas orientadas denominadas raios de luz:

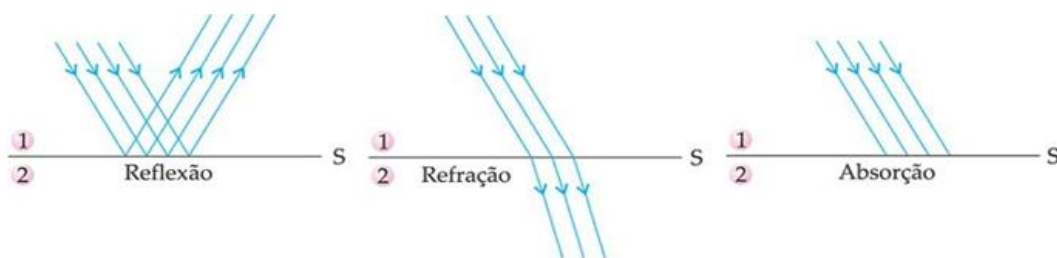


Segundo Lopes (2014, p. 2) “os alunos tem dificuldade em compreender o raio de luz como um modelo e não algo com realidade própria”. É comum, no processo formal de ensino, a representação de raios como elementos da realidade, não o percebendo como uma modelagem geométrica de fenômenos observados.

### **Meios de propagação da luz**

Quando a luz que se propaga, inicialmente em um meio (1), atinge outro meio (2), podem ocorrer três fenômenos: Reflexão da luz, Refração da luz ou Absorção da luz. Na Figura 1, pode-se observar a representação da propagação da luz:

Figura 1: Meios de propagação da luz.

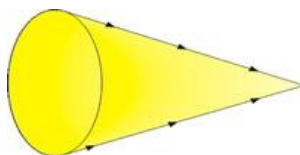


Fonte: <http://www.vestibulandoweb.com.br/fisica/teoria/optica-4.jpg>

## Feixe de luz

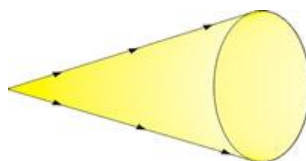
É um conjunto de infinitos raios de luz. Um feixe luminoso pode ser: Cônico convergente (os raios de luz convergem para um ponto), conforme Figura 2, Cônico divergente (os raios de luz divergem a partir de um ponto), conforme Figura 3 e Cilíndrico paralelo (os raios de luz são paralelos entre si), conforme Figura 4:

Figura 2: Feixe luminoso cônico convergente.



Fonte: <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Fundamentos/luz.php>

Figura 3: feixe luminoso cônico divergente.



Fonte: <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Fundamentos/luz.php>

Figura 4: Cilíndrico paralelo.



Fonte: <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Fundamentos/luz.php>

## Reflexão da luz

A reflexão da luz é um dos fenômenos mais comuns envolvendo a propagação da luz, ocorre quando a propagação retilínea da luz é perturbada por obstáculos que obrigam os raios luminosos a desviarem-se. No dia-a-dia, pode-se percebê-la quando se observa o reflexo de uma imagem na água, como mostra a Figura 5, ou a imagem refletida em um espelho.

Figura 5: Reflexo de uma imagem na água.

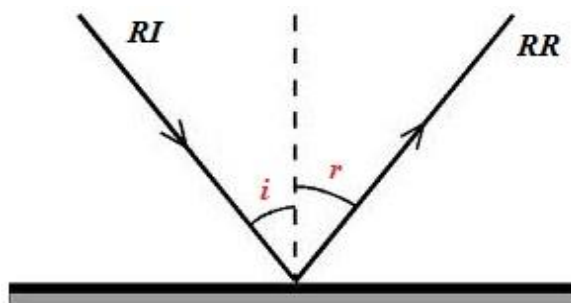


Fonte: [http://farm5.static.flickr.com/4021/4652314247\\_e6c26f4fb1.jpg](http://farm5.static.flickr.com/4021/4652314247_e6c26f4fb1.jpg)

Portanto, a Reflexão da luz ocorre quando a luz que incide numa superfície é reenviada por essa superfície.

Na Figura 6, tem-se: Raio Incidente (RI), Raio Refletido (RR), Ângulo de incidência ( $i$ ) e Ângulo de reflexão ( $r$ ). É importante destacar que o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão:

Figura 6: Reflexão da luz.



Fonte: [http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/images/e/e5/Leis\\_Reflexao\\_Luz.jpg](http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/images/e/e5/Leis_Reflexao_Luz.jpg)

## Refração da luz

A refração ocorre quando a luz incide sobre a superfície de separação entre dois meios (transparentes) com propriedades distintas. Cada meio, mesmo sendo transparente, oferece dificuldade à passagem da luz. Esta dificuldade recebe o nome de Refringência. Diz-se que um meio é mais refringente que outro quando seu índice de refração é maior que do outro.

O índice de refração ( $n$ ) do meio é dado por:  $n = c/v$ , onde  $c = 3 \times 10^8$  m/s é a velocidade da luz no vácuo e  $v$ , a velocidade da luz no meio.

Figura 7: Exemplo de refração da luz.



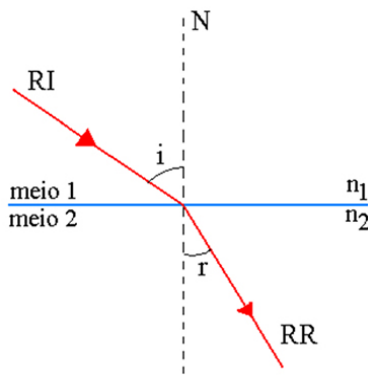
Fonte: <http://www.m5agenciadigital.com.br/wp-content/uploads/2011/03/L%C3%A1pis-no-copo.jpg>

Pode-se concluir que, quando a luz passa de um meio menos refringente (meio 1) para um meio mais refringente (meio 2), a velocidade da luz diminui e o raio luminoso se aproxima da reta normal, isto é, o ângulo ( $r$ ) que o raio luminoso forma com a reta normal diminui.

Na Figura 8, tem-se: Raio Incidente (RI), Raio Refratado (RR), Ângulo de incidência ( $i$ ) e Ângulo de refração ( $r$ ):

Figura 8: Raio Incidente, Raio Refratado, Ângulo de Incidência e Ângulo de Refração.





Fonte: <http://www.alunosonline.com.br/upload/conteudo/images/refracao.jpg>

A Refração é descrita pela Lei de Snell-Descartes:

$$n_1 \cdot \text{sen } i = n_2 \cdot \text{sen } r$$

## Fontes de luz

Fonte de luz são todos os corpos dos quais se podem receber luz, podendo ser fontes primárias ou secundárias. Fontes primárias são corpos que emitem luz própria, como por exemplo: o Sol, as estrelas, a chama de uma vela, uma lâmpada acesa. Fontes secundárias são os corpos que, por reflexão, retransmitem a luz que recebem de fontes primárias, como por exemplos: as plantas, os satélites do sistema solar, a Lua, os planetas, as nuvens.

## Lentes

Lentes são dispositivos ópticos que funcionam por refração da luz e são utilizadas nos óculos, nas lupas, nas câmeras fotográficas, nas filmadoras, em microscópios e telescópios. As principais características desses dispositivos são a transparência e a superfície esférica.

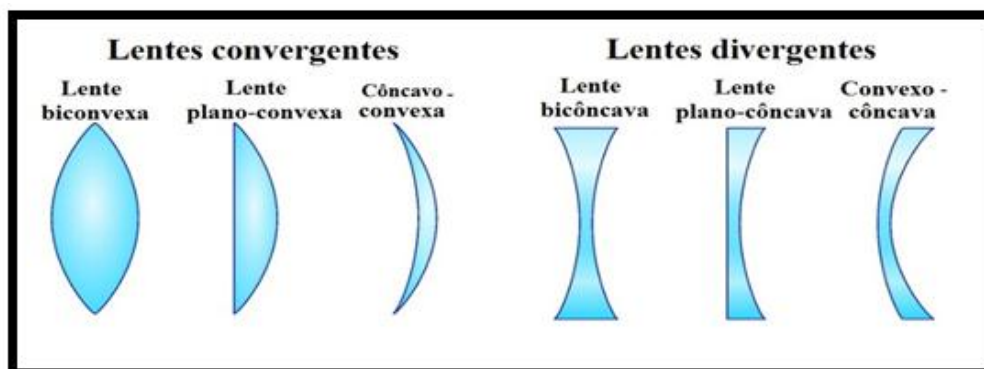
Segundo Sampaio e Calçada (2005, p. 446), as lentes esféricas são uma associação de dois dioptrios (dioptro é todo o sistema formado por dois meios homogêneos e transparentes), na qual um deles é necessariamente esférico e outro pode ser esférico ou plano. Geralmente as lentes são constituídas de vidro ou de acrílico e o meio é o ar, no entanto podem-se usar outros materiais e coloca-las em outro meio que não seja o ar. Por

facilidade didática, considera-se que as lentes sempre estejam imersas num único meio homogêneo e transparente.

### Tipos de lentes:

Podem-se distinguir seis tipos de lentes, levando em conta sua seção transversal:

Figura 9: Tipos de lentes.



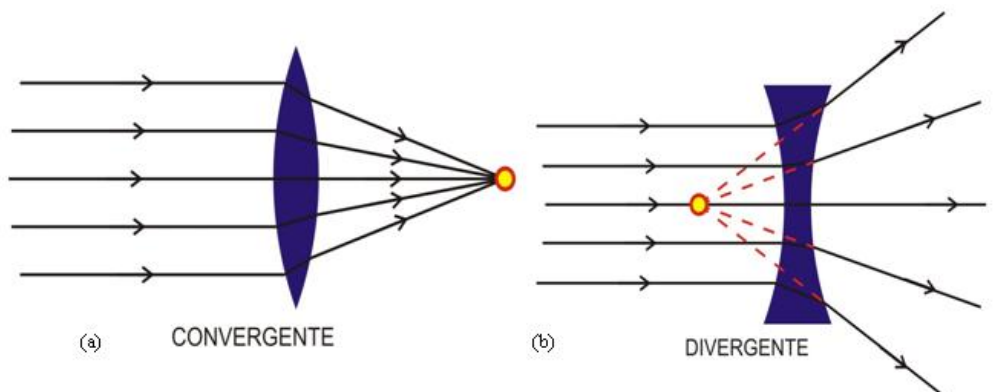
Fonte: Adaptado de [http://s4.static.brasilecola.com/img/2014/09/tipos%20de%20lentes%20\(1\).jpg](http://s4.static.brasilecola.com/img/2014/09/tipos%20de%20lentes%20(1).jpg)

Sampaio e Calçada (2005, p. 447) destacam que a composição do nome da lente é feita da seguinte maneira: Primeiramente, coloca-se o nome da face de maior raio de curvatura; Em seguida, o nome da de menor raio de curvatura. Quando as duas faces têm nomes iguais, faz-se uso do prefixo bi: biconvexa ou bicôncava. Quando uma das faces é plana, seu nome vem em primeiro lugar: plano-côncava ou plano-convexa.

As lentes de borda finas tem seu nome terminado pela palavra convexa e as de bordas espessas terminam com a palavra côncava.

A lente será convergente quando os raios refratados convergirem para um ponto e a lente será divergente quando os raios refratados divergirem, como se partissem de um mesmo ponto. Conforme a representação na Figura 10. Sendo o material que constitui a lente mais refringente que o meio em que ela se encontra, a lente de bordas finas se comporta como convergente e a de bordas espessas como divergente. (SAMPAIO; CALÇADA, 2005, p. 448).

Figura 10: Lentes convergentes e lentes divergentes.



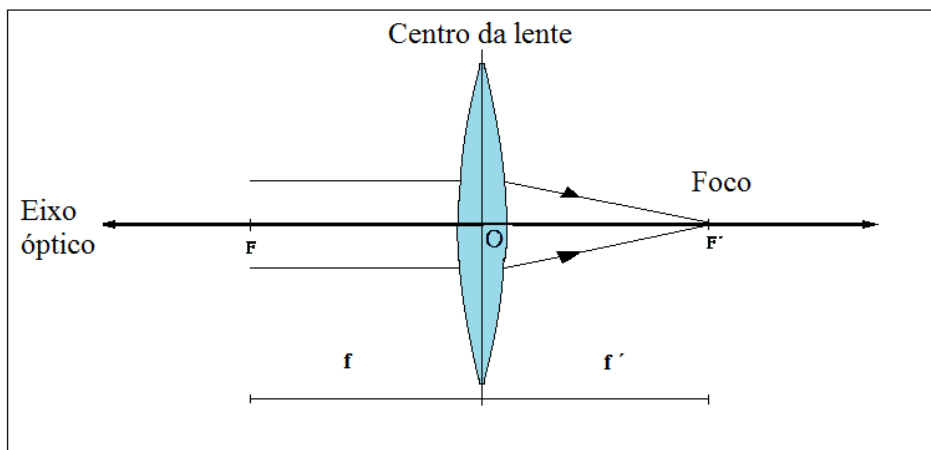
Fonte:

[http://sesi.webensino.com.br/sistema/webensino/aulas/repository\\_data/SESIeduca/ENS\\_MED/ENS\\_MED\\_F03\\_FIS/333\\_FIS\\_ENS\\_MED\\_03\\_11/imagens/ref/figura2.png](http://sesi.webensino.com.br/sistema/webensino/aulas/repository_data/SESIeduca/ENS_MED/ENS_MED_F03_FIS/333_FIS_ENS_MED_03_11/imagens/ref/figura2.png)

### Distância focal

É a medida da distância entre um dos focos principais e o centro óptico, esta medida é caracterizada pela letra  $f$ . Chama-se eixo óptico ou eixo principal, a reta perpendicular ao centro da lente. O centro óptico (O) é o ponto formado pela intersecção da reta que representa o centro da lente com o eixo óptico.

Figura 11: Centro da lente.



### Como calcular a distância focal de uma lente?

Segundo Wanderley Junior, pode-se calcular a distância focal de uma lente usando uma lâmpada. Para tanto, precisa-se usar a lente em questão para projetar a imagem de uma lâmpada em um anteparo. A distância entre a lente e o anteparo é a distância focal da

lente. A lâmpada deve estar longe da lente e a imagem projetada da lâmpada deve estar nítida. Wanderley sugere realizar esta atividade em um quarto onde tenha uma lâmpada fluorescente no teto.

Geralmente uma lâmpada no teto estará longe o bastante da lente e será mais fácil focalizar (ter uma imagem nítida) um objeto maior, como uma lâmpada fluorescente. Para calcular quantos graus tem a sua lente, será necessário dividir 1 pela distância focal em metros. Exemplo: caso a lente tenha uma distância focal de 12 milímetros (0,012 metros):  $1 / 0,012 = 83$ . Neste caso, a lente terá 83°.

Se a lente não forma imagem projetada, possivelmente a lente terá grau negativo, chamada de divergente. Para outras formas de calcular a distância focal pode-se acessar o endereço eletrônico: <http://cee.uma.pt/people/faculty/luis.gomes/laboptica/S12%20Distancia%20focal.pdf>.

## **Vergência**

Dada uma lente esférica em determinado meio, chama-se vergência da lente ( $V$ ) a unidade caracterizada como o inverso da distância focal, ou seja:  $V = 1/f$ .

A unidade utilizada para caracterizar a vergência no Sistema Internacional de Medidas é a dioptria, simbolizado por “di”. Uma dioptria equivale ao inverso de um metro, ou seja:

$$1\text{di} = 1\text{m}^{-1}$$

Uma unidade equivalente a dioptria, muito conhecida por quem usa óculos, é o "Grau".

$$1\text{di} = 1\text{grau}$$

Quando a lente é convergente usa-se distância focal positiva ( $f > 0$ ) e para uma lente divergente se usa distância focal negativa ( $f < 0$ ).

## **Associação de lentes**

Duas lentes podem ser colocadas de forma que funcionem como uma só, desde que sejam postas coaxialmente, isto é, com eixos principais coincidentes. Neste caso, elas serão chamadas de justapostas, se estiverem encostadas, ou separadas, caso haja uma distância “d” separando-as. Estas associações são importantes para o entendimento dos instrumentos

ópticos. Quando duas lentes são associadas é possível obter uma lente equivalente. Esta terá a mesma característica da associação das duas primeiras. Lembrando que se a lente equivalente tiver vergência positiva será convergente e se tiver vergência negativa será divergente.

### **O globo ocular humano**

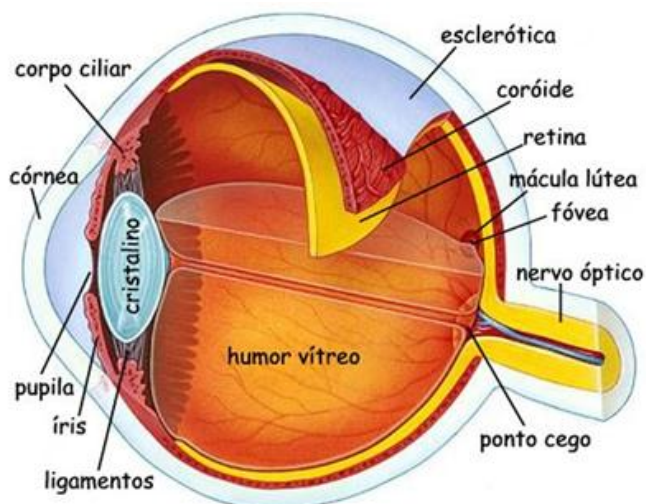
Segundo Ventura (2007), o globo ocular tem forma aproximadamente esférica e diâmetro em torno de 25 mm. É constituído por uma membrana dura e branca, denominada esclerótica. A parte frontal é mais curvada e coberta por uma membrana dura e transparente, chamada córnea.

A região atrás da córnea contém um líquido denominado humor aquoso. Em frente ao cristalino acha-se a íris, no centro da qual existe uma abertura denominada pupila. A função da pupila é regular a quantidade de luz que entra no olho, dilatando-se automaticamente se o brilho do campo for fraco e contraindo-se quando o brilho aumenta. O mecanismo receptor da retina adapta-se, ele próprio, às grandes diferenças de quantidade de luz.

A seguir, encontra-se a lente cristalina, ou simplesmente o cristalino. A coróide é uma camada rica em vasos sanguíneos que reveste a parte interna da esclerótica. Grande parte do olho é coberta por uma delicada membrana, denominada retina, que é constituída por fibras nervosas. Tais fibras que se reúnem no nervo óptico, começam próximas a minúsculas estruturas chamadas bastonetes e cones. Ambos recebem a imagem ótica e a transmitem ao cérebro, através de impulsos elétricos.

O olho humano é um sistema óptico complexo, formado por vários meios transparentes, além de um sistema fisiológico com muitos componentes:

Figura 12: Representação do globo ocular humano.



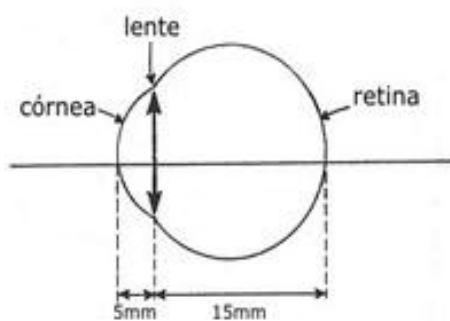
Fonte: <http://www.clinicadeolhossaude.com.br/images/anatomia1.jpg>

Existe uma ligeira depressão na retina chamada mancha amarela ou mácula lútea. Em seu centro existe uma diminuta região, com cerca de 0,25 mm de diâmetro, denominada *fovea centralis*, que contém exclusivamente cones. A visão na fóvea é muito mais nítida do que em outras regiões da retina; os músculos que controlam o olho giram sempre o globo ocular até que a imagem do objeto para o qual a atenção está voltada caia na fóvea. Na região em que o nervo óptico penetra no globo ocular não existem bastonetes e nem cones, e as imagens aí formadas não podem ser vistas. Essa região é denominada ponto cego.

### **O funcionamento do olho humano**

A luz incide na córnea e converge até a retina, formando as imagens. Para esta formação de imagem acontecem vários fenômenos fisiológicos, no entanto, para o estudo da óptica podemos considerar o olho como uma lente convergente, com distância focal variável. Sendo representado:

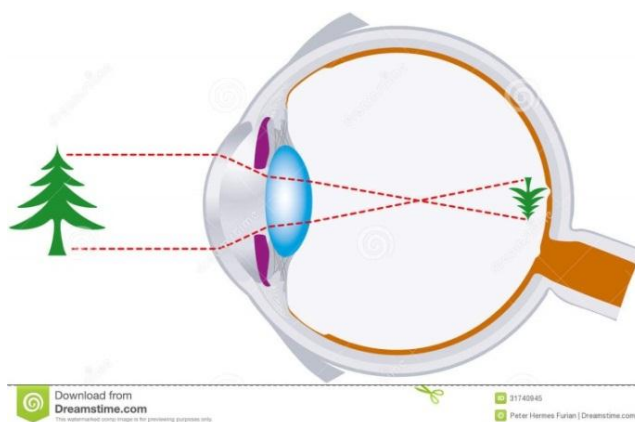
Figura 13: Olho como uma lente convergente.



Fonte: [http://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Instrumentosoticos/imagens/olho\\_reduzido.jpg](http://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Instrumentosoticos/imagens/olho_reduzido.jpg)

Para Hewitt (2008, p. 410-411), a luz é uma onda eletromagnética que transporta energia e que emana dos elétrons oscilantes existentes nos átomos. Quando a luz se transmite através da matéria, alguns dos elétrons são forçados a oscilar. Dessa maneira, a oscilações do emissor são transformadas em oscilações no receptor. A luz penetra no olho através de uma cobertura transparente chamada de córnea, que produz cerca de 70% do desvio necessário da luz, antes que ela passe pela pupila.

Figura 14: Luz penetrando no olho.



Fonte: <http://thumbs.dreamstime.com/z/vis%C3%A3o-globo-ocular-sistema-%C3%B3tico-sistema-de-lente-31740945.jpg>

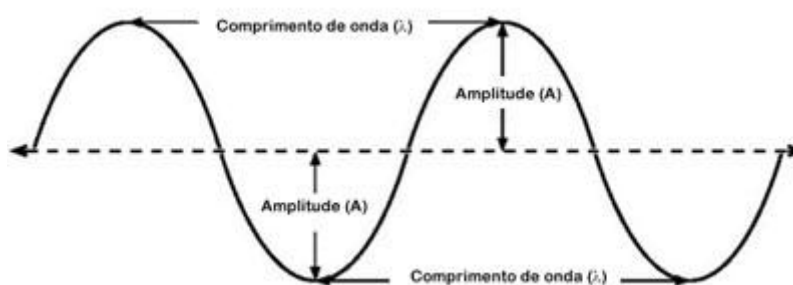
A luz, então, atravessa a lente, usada apenas para obter o restante do desvio necessário para focar, na camada no fundo do olho, as imagens de objetos que estão próximos. Esta camada, a retina, extremamente sensível, e que até muito recentemente era mais sensível à luz do que qualquer detector construído pelo homem. Partes diferentes da retina recebem luz vinda de partes diferentes do campo visual externo. A retina não é uniforme. Existe uma região no centro de nosso campo de visão, chamada de fóvea, que é a região onde a visão é mais nítida. A retina é formada por minúsculas antenas que entram

em ressonância com a luz que entra no olho. Existem dois tipos básicos dessas antenas, os bastonetes e os cones. Quando se diz ressonância e antena, se utiliza o aspecto ondulatório da luz. Mas talvez a absorção se dê de forma corpuscular. (HEWITT 2008, p. 410-411).

Ventura (2007, p.83) afirma que as cores que vemos não estão nos objetos, dependem de propriedades do nosso sistema nervoso. A detecção de luz se dá pela atividade de células especializadas que transformam a energia da luz em resposta neural. Essas células são os cones e bastonetes. Eles são fotorreceptores da retina e sua capacidade de detectar luz varia ao longo do espectro eletromagnético, do vermelho ao violeta. A cor é a interpretação fisiológica ao recebimento de uma luz de determinado comprimento de onda.

A luz que se vê com o olho humano é um tipo de radiação eletromagnética. Todos os tipos de radiações eletromagnéticas transportam-se no vácuo com velocidade de  $3 \times 10^8$  m/s (velocidade da luz). A radiação luminosa é periódica, isto é, apresenta padrão de cristas de intensidade de campos elétricos e magnéticos que se repetem em intervalos regulares. A distância entre duas cristas (ou dois vales) é chamada de comprimento de onda. A amplitude da onda é dada pelo afastamento máximo (distância) entre a crista (ou vale) e a posição de equilíbrio:

Figura 15: Comprimento e amplitude de uma onda.

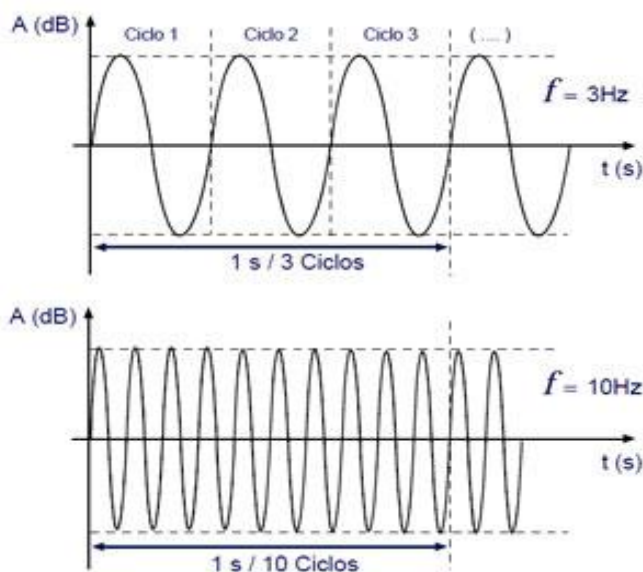


Fonte: <http://www.explicatorium.com/images/cfq-8/onda-caracteristicas.jpg>

A frequência da onda é determinada pelo número de ciclos realizados dentro de uma certa quantidade de tempo (1s por exemplo). Ondas de maior frequência tem mais ciclos/s e ondas de menor frequência tem menos ciclos/s. 1 hertz (Hz) equivale a uma oscilação de 1 ciclo/1s:

Figura 16: Frequência de onda.

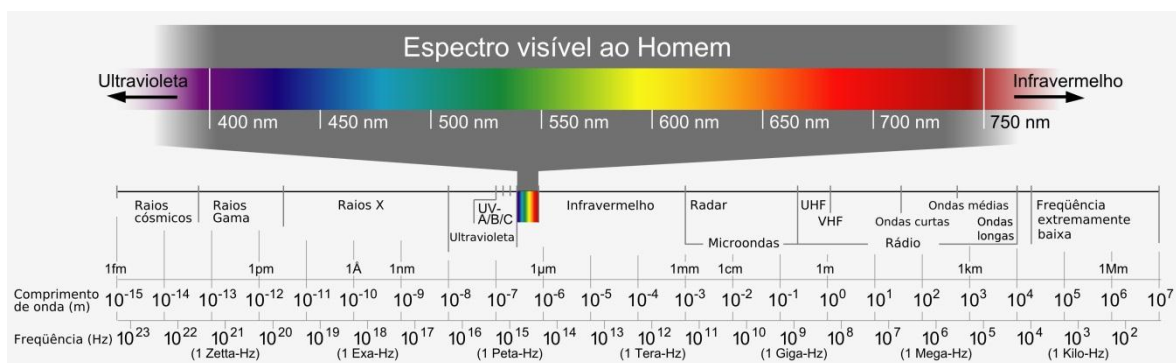




Fonte: <http://www.explicatorium.com/images/cfq-8/onda-frequencia.jpg>

Os movimentos ondulatórios da luz possuem frequências muito altas (cerca de  $10^{14}$  hertz) e cada cor que compõe a luz branca possui uma frequência diferente. Cada comprimento de onda pertencente à faixa de luz visível encontra-se associada à percepção de uma cor. Formando uma faixa de cores, esta faixa é chamada de espectro de luz visível.

Figura 17: Espectro eletromagnético.

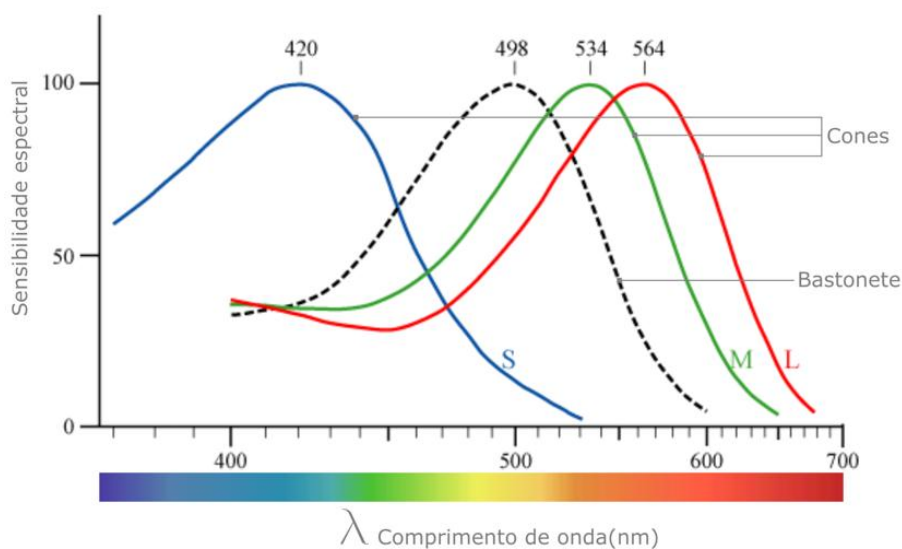


Fonte: [http://www.antonioguilherme.web.br.com/blog/wp-content/uploads/2015/02/espectro\\_eletromagnetico.jpg](http://www.antonioguilherme.web.br.com/blog/wp-content/uploads/2015/02/espectro_eletromagnetico.jpg)

Os cones têm a capacidade de reconhecer as cores, e os bastonetes têm a capacidade de reconhecer a luminosidade. O olho humano tem três tipos de cones, os azuis, os vermelhos e os verdes. O cone azul é ativado por ondas de comprimento muito aproximado às que formam a cor azul, também chamadas de ondas curtas, enquanto os cones verdes se sensibilizam por ondas de comprimento próximo ao verde, também, chamadas de ondas médias e os cones vermelhos com ondas de comprimento próximo ao

vermelho, também chamadas de longas. Os três tipos de cones têm comprimentos de onda de pico entre 564-580 nm (cone vermelho), 534-545 nm (cone verde) e 420-440 nm (cone azul).

Figura 18: Sensibilidade dos cones do olho humano.



Fonte: [http://4.bp.blogspot.com/\\_Db826hWukxM/TNc51weHlxI/AAAAAAAAAbY/8-VmsXkXmtU/s1600/000.jpg](http://4.bp.blogspot.com/_Db826hWukxM/TNc51weHlxI/AAAAAAAAAbY/8-VmsXkXmtU/s1600/000.jpg)

Nem todos os seres vêem o mundo com as mesmas cores. Segundo Silvério e Calório, a visão é um traço presente em 95% das várias espécies do reino animal, sendo que nenhuma observa o mundo da mesma forma. Os olhos dos animais possuem formas, tamanhos e configurações diferentes. Cada espécie possui um estilo de vida e este está ligado diretamente ao formato dos seus olhos e a sua utilização.

Figura 19: Diferentes tipos de olhos existentes na Terra.



Fonte: [http://static9.depositphotos.com/1594920/1089/i/950/depositphotos\\_10897273-Montage-of-animal-eyes.jpg](http://static9.depositphotos.com/1594920/1089/i/950/depositphotos_10897273-Montage-of-animal-eyes.jpg)

Segundo Silvério e Calório (2013, p. 93-94) os mamíferos possuem retina composta por células fotossensíveis chamadas bastonetes, que são sensíveis à luz, mas relativamente fracas para visão acurada. Animais como lagartos e aves, possuem retinas formadas por cones, tendo grande acuidade visual. Os cones além de fornecer maior acuidade visual, são a base da visão colorida, porém não funcionam à noite e em condições de pouca luminosidade. Enquanto alguns animais como as aves apresentam uma boa visão colorida, os mamíferos tem boa visão noturna.

O cachorro, o esquilo e o gato podem ver em cor, mas não tantas cores como o homem, pois possuem apenas dois tipos distintos de cones. Os papagaios e as borboletas podem perceber mais cores que o homem, porque têm quatro cones. Algumas espécies de borboletas podem ter até seis cones. Provavelmente, o animal que mais perceba cores é o camarão mantis, seus olhos têm 12 tipos de fotorreceptores (células que convertem luz em sinais elétricos).

Figura 20: Camarão mantis.



Fonte: [http://2.bp.blogspot.com/-B-rb\\_IErSw8/TmqRgNhhXwI/AAAAAAAAAK9o/S1gZhiEBmMk/s1600/Mantis\\_Shrimp.jpg](http://2.bp.blogspot.com/-B-rb_IErSw8/TmqRgNhhXwI/AAAAAAAAAK9o/S1gZhiEBmMk/s1600/Mantis_Shrimp.jpg)

Existem aproximadamente 6 milhões de cones em cada olho humano concentrados na região fóvea. A ausência ou diminuição no número de alguns tipos de cones ou a perda da função parcial ou total que determina problemas como o daltonismo.

Na serie “Cosmos: Uma Odisséia no Espaço”, no episódio 2: “Coisas que as moléculas fazem”, o apresentador Neil deGrasse Tyson, comenta sobre a complexidade do olho humano: “Precisa de córnea, íris, cristalino, retina, nervos ópticos, músculos, sem falar da complexa rede neural do cérebro para interpretar imagens, mais complicado que qualquer dispositivo já criado pela inteligência humana”. Neste episódio é possível ver a evolução do olho, desde a época dentro da água até a transição para o ambiente terrestre. Tyson afirma que há 4 bilhões de anos a vida era cega e uma mutação aleatória no DNA de uma bactéria, deu a ela uma molécula de proteína que absorvia a luz do sol. Outra mutação fez que uma bactéria fugisse da luz intensa. As bactérias que podiam identificar a luz tinham uma vantagem, pois a luz ultravioleta danificava seu DNA, sendo assim, faziam a troca do DNA no escuro. Com o tempo as moléculas sensíveis à luz ficaram concentradas em um local de pigmento escuro no organismo unicelular mais avançado, com ele pode-se encontrar a luz. A partir deste pigmento, por milhares de gerações, a seleção natural foi lentamente esculpindo o olho.

### **Câmera escura e o cinema na caixa**

Segundo Oka e Roperto (2002), os primeiros comentários esquemáticos da câmera escura, bem como o conhecimento do seu princípio óptico é atribuído, por alguns historiadores, ao chinês Mo Tzu no século V a.C., outros indicam o filósofo grego

Aristóteles (384-322 a.C.). Aristóteles, sentado sob uma árvore, observou a imagem do sol, em um eclipse parcial, projetando-se no solo em forma de meia lua ao passar seus raios por um pequeno orifício entre as folhas de um plátano. Em suas observações também percebeu que quanto menor fosse o orifício, mais nítida era a imagem.

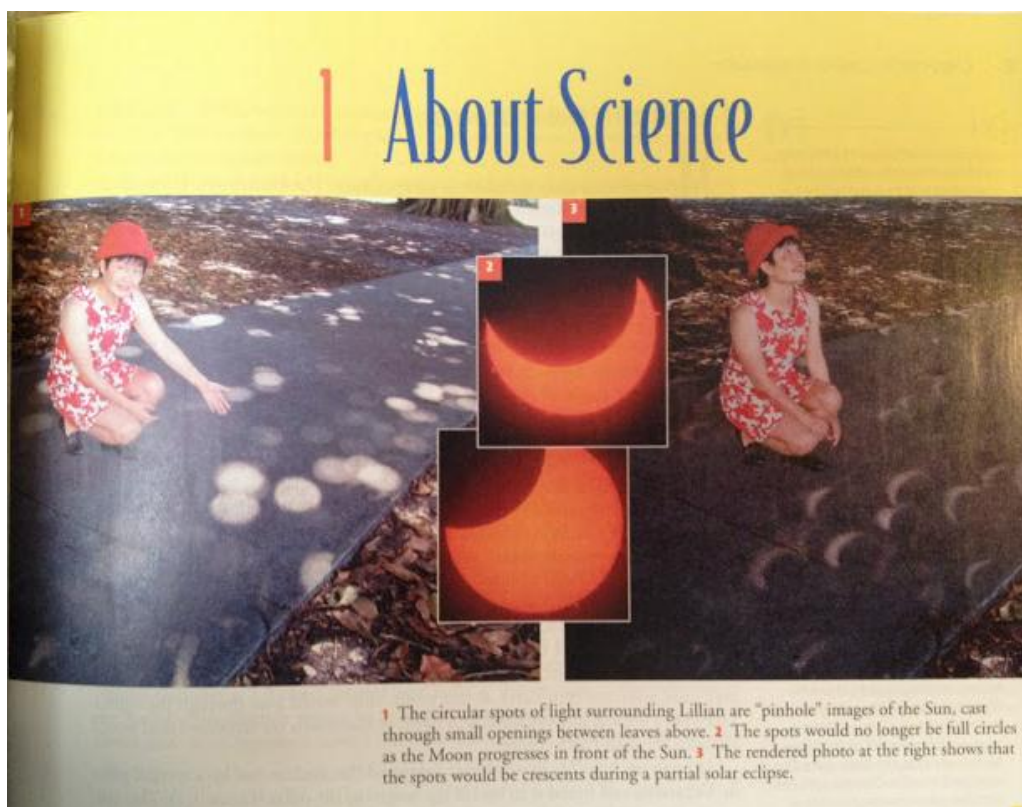
Figura 21: Imagem observada por Aristóteles.



[http://www.fotografiaparatodos.com.br/\\_upl/folha\\_aristoteles.jpg](http://www.fotografiaparatodos.com.br/_upl/folha_aristoteles.jpg)

Na Figura 22 podem-se observar manchas circulares de luz no chão, as quais são imagens do Sol projetadas através de pequenas aberturas entre as folhas que estão acima da pessoa representada na foto. Durante um eclipse parcial, estas manchas tem a forma de uma lua crescente.

Figura 22: Imagem do Sol projetada através de pequenas aberturas entre folhas.



Fonte: <http://phyzblog.blogspot.com.br/2012/05/eclipse-sunball-portaiture-do-it.html>.

Oka e Roperto (2002) também mencionam que a Câmara Escura se tornou comum entre os sábios europeus, para a observação de eclipses solares, sem prejudicar os olhos. Entre eles Roger Bacon (1214-1294) e Levi ben Gershon (1288-1344). Cesare Cesariano, discípulo de Leonardo da Vinci, descreveu a Câmara Escura em uma anotação em 1521, e em 1545, surge a primeira ilustração da Câmara Escura, na obra de Reiner Gemma Frisius, físico e matemático.

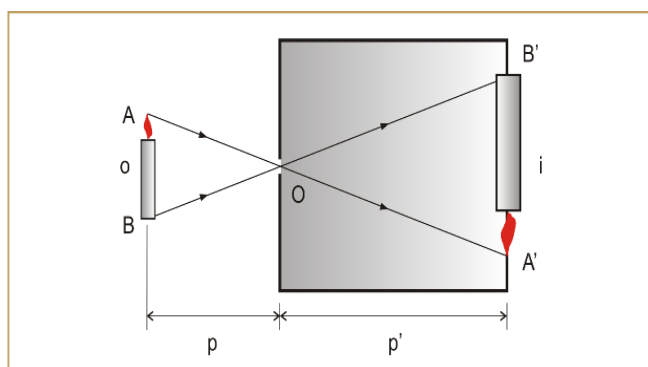
Leonardo da Vinci (1452-1519) fez uma descrição da câmara escura em seu livro de notas sobre os espelhos, mas não foi publicado até 1797. Giovanni Baptista della Porta (1541-1615), cientista napolitano, em 1558 publicou uma descrição detalhada sobre a câmara e seus usos no livro *Magia Naturalis sive de Miraculis Rerum Naturalium*. Esta câmara era um quarto estanque à luz, possuía um orifício de um lado e a parede à sua frente pintada de branco. Quando um objeto era posto diante do orifício, do lado de fora do compartimento, a sua imagem era projetada invertida sobre a parede branca. (OKA; ROPERTO, 2002).

### **O princípio físico da Câmera escura e do cinema na caixa**

Porque a imagem refletida na câmara escura de orifício, no cinema na caixa e também nas lunetas simples, aparece invertida?

Para compreender o porquê da inversão da imagem projetada, faz-se necessário conhecermos acerca de algumas propriedades Físicas da luz. A luz é uma forma de energia eletromagnética que se propaga em linha reta a partir de uma fonte luminosa. Quando um desses raios luminosos incide sobre um objeto, que possui superfície irregular ou opaca, ele é refletido de um modo difuso, isto é, em todas as direções. O orifício da câmara escura, quando diante desse objeto, deixará passar para o interior alguns desses raios que irão se projetar na parede branca. E como cada ponto iluminado do objeto reflete os raios de luz desse modo, tem-se então, uma projeção da sua imagem, só que de forma invertida e de cabeça para baixo. (OKA; ROPERTO, 2002).

Figura 23: Projeção da imagem na câmara escura.



Fonte: [http://1.bp.blogspot.com/-agLD14NVwRw/TkGA7K0hO\\_I/AAAAAAAAaR0/MyC5oO7Z-cc/s1600/camaraescura.PNG](http://1.bp.blogspot.com/-agLD14NVwRw/TkGA7K0hO_I/AAAAAAAAaR0/MyC5oO7Z-cc/s1600/camaraescura.PNG)

## Luneta

Segundo Canalle, a luneta é constituída de duas lentes convergentes, que colocadas uma na frente da outra, separadas a certa distância, faz com que objetos distantes sejam vistos como próximos. O seu manuseio é sempre motivo de curiosidade por parte de alunos do ensino fundamental ou médio e até mesmo dos seus respectivos professores. Com a intenção de propiciar o acesso a uma luneta de fácil construção, com materiais alternativos e de baixo custo, o referido autor simplificou a montagem de uma luneta construindo-a com lente de óculos, de 1 ou 2 graus positivos, e monóculo de fotografia (CANALLE, 2005).

Alguns materiais paradidáticos abordam acerca da invenção ou da construção da luneta. “Ombros de gigantes: história da astronomia em quadrinhos” é um livro em forma de HQ (história em quadrinhos) bem interessante. Segundo Paula (2013, p. 139-140), esta HQ “surge como um interessante paradidático, uma obra de divulgação científica capaz de promover reflexões sobre a Astronomia, a Física e a História da Ciência de modo geral”. Concordamos com o autor quando menciona que esta leitura nos permite dar um passeio pela história da ciência, bem como, possibilita perceber “os esforços dos autores em apresentar a ciência como uma construção humana, fruto da reflexão, da discussão de ideias”.

O livro “*Sidereus Nuncius*” (Mensageiro das Estrelas) nos permite conhecer as contribuições de Galileu Galilei na construção de sua própria luneta.

Há cerca de dez meses chegou aos meus ouvidos uma notícia de que um certo belga tinha construído um pequeno telescópio por meio do qual objetos visíveis, embora muito distantes dos olhos do observador, eram vistos claramente como se estivessem perto. Deste efeito, verdadeiramente notável, várias experiências foram relatadas, às quais algumas pessoas davam crédito enquanto outras as recusavam. Uns poucos dias mais tarde a notícia me foi confirmada em uma carta de um nobre francês de Paris, Jacques Badovere, que me motivou a dedicar-me sinceramente à investigação do meio pelo qual eu podia chegar à invenção de um instrumento similar.

Primeiro preparei um tubo de chumbo, a cujas extremidades adaptei duas lentes de vidro, ambas planas de um lado enquanto que do outro lado uma era esféricamente convexa e a outra côncava. Então, colocando meus olhos próximos à lente côncava, percebi objetos satisfatoriamente grandes e próximos, pois eles pareciam três vezes mais próximos e nove vezes maiores do que quando vistos só a olho nu. Em seguida, construí outro mais perfeito, que representava os objetos como que aumentados mais do que sessenta vezes. (GALILEI, 2010, p. 60-61).

Galileu se colocou apenas como um aperfeiçoador do invento criado por Hans Lippershey, e sua inovação consistiu em sua aplicação, pois pela primeira vez uma luneta foi empregada na observação de objetos celestes. Por meio do seu próprio telescópio refrator Galileu começou a descrever suas observações do céu e os seus primeiros registros foram da lua.

Essas manchas [as crateras] nunca foram observadas por ninguém antes de mim; e pelas minhas observações, repetidas muitas vezes, fui levado à opinião que eu expressei, qual seja, de que estou certo de que a superfície da Lua não é perfeitamente lisa, livre de variações e exatamente esférica, como uma grande escola de filósofos toma a Lua e os outros corpos



celestes, mas que, ao contrário, ela é cheia de desigualdades, variações, cheia de vazios e protuberâncias, exatamente como a superfície da própria Terra, que varia em toda parte por grandes montanhas e vales profundos. (GALILEI, 1880, p. 15 *in* NOGUEIRA, 2009, p. 177).

Outra obra que menciona a luneta de Galileu é o livro “Alice no país das ciências: um passeio pela história da física”. A personagem Alice, tomou conhecimento do brinquedo de Galileu. O livro conta que Alice ficou desorientada após uma aula de Física, seu professor havia pedido um trabalho sobre a história da Física. Sem ter noção por onde começaria seu trabalho, vai em direção a um parque. E neste passeio conhece um misterioso anão, que não só a auxilia com o trabalho, mas a ajuda a fazer um passeio pela história da ciência. E, num desses passeios conhece um pouco da vida e obra de Galileu. Além disso, segundo o autor, o anão a ajuda a entender como funciona o pensamento científico e Alice começa a ver o mundo pelas lentes da Física. (FRABETTI, 2013).

A Secretaria de Educação Básica (SEB) do Ministério da Educação (MEC) e a Agência Espacial Brasileira (AEB/MCT) organizaram a coleção Explorando o Ensino. O volume 11 trata da “Astronomia: ensino fundamental e médio”. Os autores indicam que as disciplinas de Geografia, Física, História, Arte, Matemática e Ciências podem utilizar tal obra para trabalhar seus conceitos. Em seu terceiro capítulo: “Observadores no terceiro planeta”, os autores sugerem a atividade: Simplificando a luneta com lentes de óculos. Na qual apresentam os materiais a serem utilizados e os procedimentos a serem seguidos para a construção do referido instrumento. (NOGUEIRA, 2009, p. 193).

A construção de uma luneta permite articular diferentes áreas do conhecimento (como por exemplo, a Física, a Biologia, a Matemática, Geografia) e, ao invés de trabalhar isoladamente, podem-se abordar os conceitos numa perspectiva interdisciplinar. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), a interdisciplinaridade não tem a pretensão de criar novas disciplinas ou saberes, mas de utilizar os conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista. A interdisciplinaridade tem como função instrumental: recorrer a um saber diretamente útil e utilizável para responder às questões e aos problemas sociais contemporâneos. (BRASIL, 2000, p. 21).

### **Princípio físico da luneta**

A distância focal ( $f$ ) da lente é dada, em metros, pela equação  $f = 1/(\text{grau da lente})$ . Assim, se se quiser uma lente com 1 m de distância focal, deve-se usar a lente de 1 grau, se se quiser uma lente com 0,5 m de distância focal, deve-se usar uma lente de 2 graus, ou seja, a distância focal (em metros) é o inverso do “grau”, o qual deve ser positivo e a lente incolor. A aproximação (ou aumento) que esta luneta proporciona é igual à razão entre a distância focal da objetiva pela distância focal da ocular, portanto:  $50 \text{ cm} / 4 \text{ cm} = 12,5$  (vezes de aumento).

### **Microscópio alternativo com luz verde e seringa**

Com apenas dois instrumentos pode-se obter um microscópio alternativo, o qual permitirá um aumento da imagem projetada. Na construção deste microscópio serão utilizadas uma caneta laser e uma seringa com água (coletada de uma poça d’água ou de uma planta). Para tanto, faz-se necessário formar uma gota da água na ponta da seringa e apontarmos o feixe de luz para a gota. Por meio deste procedimento, projetando-se a luz sobre uma parede de superfície clara, é possível observar a imagem da gota aumentada.

Figura 24: Microscópio alternativo feito com luz verde.

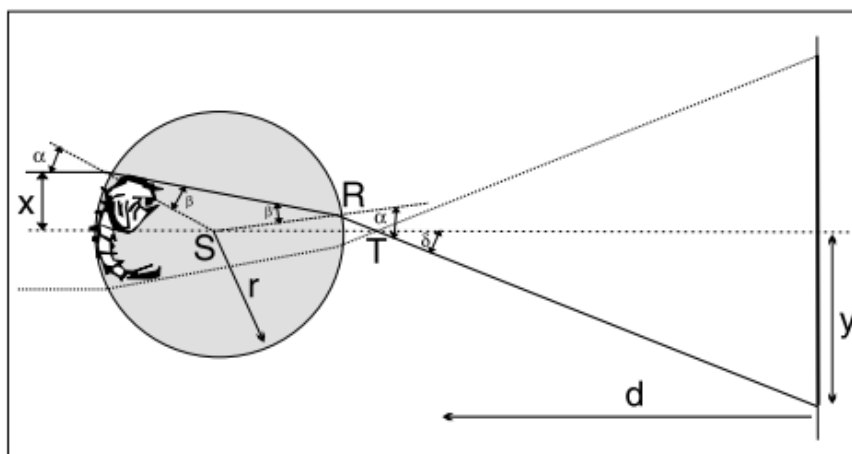


Fonte: [http://i.ytimg.com/vi/j8OdZ8v\\_PcE/hqdefault.jpg](http://i.ytimg.com/vi/j8OdZ8v_PcE/hqdefault.jpg)

### **Princípio físico do microscópio com luz verde**

A gota d'água funciona como uma lente esférica. Ela recebe a luz do laser e, como em uma lente biconvexa, faz os raios convergirem e depois se dissiparem, projetando uma imagem na parede.

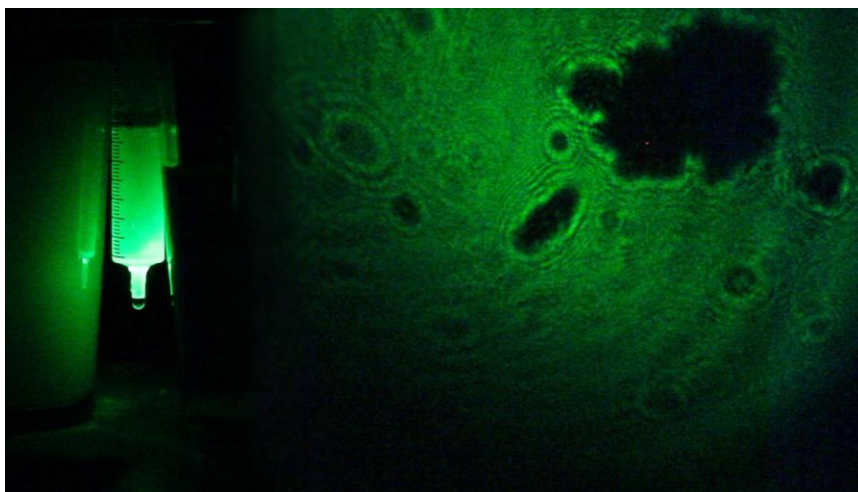
Figura 25: Representação da gota com micro-organismos.



Fonte: Gorazd Planinsic, 2001.

Como os micro-organismos da água estão na passagem dessa luz, acabam sendo reproduzidos em tamanho gigante. O site Manual do Mundo apresenta um vídeo acerca desta atividade, disponível no seguinte endereço eletrônico: <https://www.youtube.com/watch?v=7HAdiWkltvA>.

Figura 26: Imagem obtida no microscópio construído com seringa e luz verde.

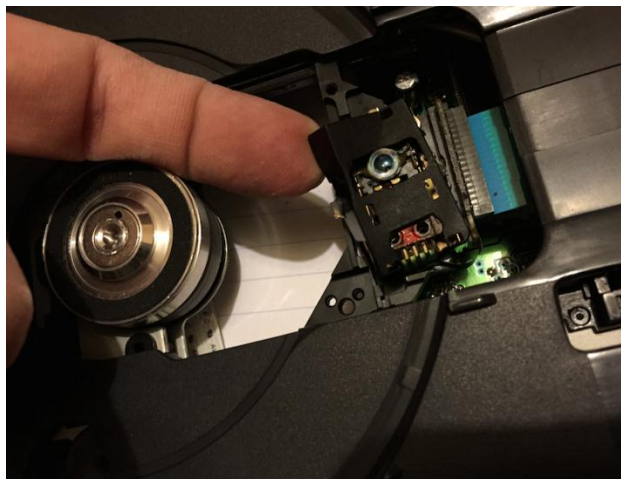


Fonte: <http://mdmundo.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/Como-fazer-um-microsc%C3%B3pio-caseiro-com-laser-e-seringa.jpg>

## Microscópio alternativo usando um celular com câmara e lente de leitor de CD

Para a construção deste microscópio é necessário desmontar um leitor de CD e retirar uma pequena lente, conforme pode ser observada na Figura 27:

Figura 27: Lente de leitor de um CD.



Fonte: <http://www.aitek.pt/wp-content/uploads/2015/01/Captura-de-ecr%C3%A3-2015-01-5-%C3%A0s-15.52.52.png>

A lente retirada do leitor deverá ser acoplada à lente da câmara do celular, para tanto, pode-se utilizar um pedaço de fita adesiva com um furo no meio, o furo pode ser feito com uma caneta, vale lembrar que o seu diâmetro deve ser um pouco menor que a lente a ser utilizada. Em seguida, posicione a lente do leitor de CD no centro da câmera do celular e coloque a fita por cima, posicionando o furo no meio da lente, conforme a Figura 28:

Figura 28: Microscópio alternativo usando um celular com câmara e lente de leitor de CD.



## Microscópio óptico

O Microscópio é um aparelho utilizado para visualizar estruturas minúsculas como as células. Acredita-se que ele tenha sido inventado em 1591, pelos fabricantes de óculos Hans Janssen e seu filho Zacharias Janssen. Os Janssen não utilizaram sua invenção para fins científicos. O primeiro a fazer observações microscópicas foi Antonie Van Leeuwenhoek. O microscópio construído por Leeuwenhoek em 1674 possuía apenas uma lente de vidro e permitia aumento de percepção visual de até 300 vezes. Com seu instrumento, conseguiu observar bactérias de 1 a 2 micrometros. Leeuwenhoek relatou suas experiências para Robert Hooke, o qual aprimorou o microscópio, incluindo mais uma lente, possibilitando uma ampliação maior do objeto observado. Hooke, ao observar fatias muito finas de cortiça, descobriu que esse material tem densidade baixa porque é constituído de caixinhas microscópicas vazias, as quais denominou *cell*, em inglês, que significa cavidade, cela. Sendo assim, célula é diminutivo de cela.

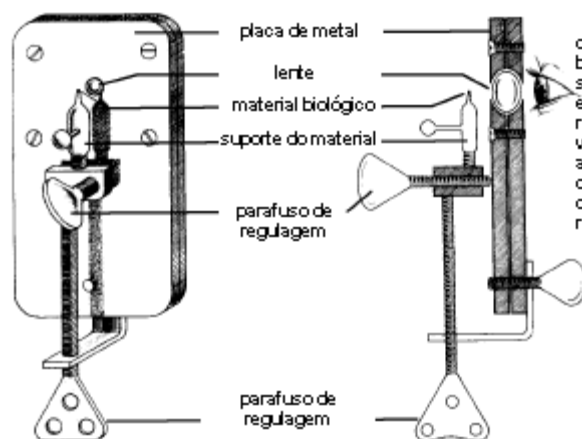
Figura 29: Microscópio criado por Leeuwenhoek.



Fonte: <http://micro.magnet.fsu.edu/primer/museum/images/leeuwenhoek.jpg>

Na Figura 30 podem-se observar as partes que compunham o microscópio criado por Leeuwenhoek, seu microscópio consistia em uma lente simples e bastante pequena.

Figura 30: Partes do microscópio criado pelo Leeuwenhoek.



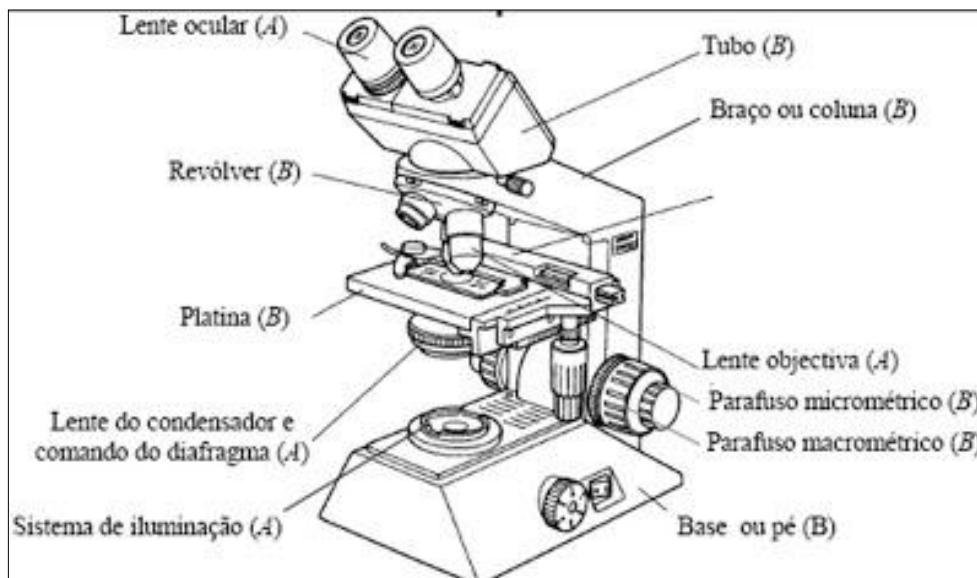
Fonte: [http://1.bp.blogspot.com/\\_10QP1AIdVug/S8Dt-emR46I/AAAAAAAAAC4/JbYFrRAKEPs/s320/microsc%C3%B3pio.gif](http://1.bp.blogspot.com/_10QP1AIdVug/S8Dt-emR46I/AAAAAAAAAC4/JbYFrRAKEPs/s320/microsc%C3%B3pio.gif)

O microscópio serve para aumentar o tamanho do objeto a ser observado. Isso se consegue mediante um sistema óptico composto por lentes de cristal, que ampliam a imagem do objeto observado. O número e a posição das lentes nos permite distinguir o microscópio simples (lupa = microscópio estereoscópio) do microscópio composto. Denomina-se microscópio simples a toda e qualquer lente que com ou sem montagem própria, grande ou pequena, biconvexa ou planoconvexa, amplia os objetos. É comumente chamado de lupa.

Um microscópio óptico composto pode ser monocular ou binocular. Ambos são formados por dois conjuntos de lentes. Um conjunto denominado “objetiva” e outro chamado “ocular”. Na objetiva, a lente fica mais próxima do objeto observado e tem distância focal na ordem de milímetros. Na ocular, a lente fica próxima ao observador, e tem distância focal na ordem de centímetros. O microscópio binocular é formado por duas oculares.

A objetiva fornece uma imagem real, invertida e maior que o objeto. Esta imagem funciona como objeto para o ocular, que funciona como uma lupa, fornecendo uma imagem final virtual, direta e maior. Ou seja, o objeto é aumentado duplamente, fazendo com que objetos muito pequenos sejam melhores observados.

Figura 31: Partes de um microscópio composto.



Fonte: [http://3.bp.blogspot.com/\\_oFO6tT\\_filw/S5sJz-ee6uI/AAAAAAAAA7I/mZvLhEsibLU/s400/Microscopia.JPG](http://3.bp.blogspot.com/_oFO6tT_filw/S5sJz-ee6uI/AAAAAAAAA7I/mZvLhEsibLU/s400/Microscopia.JPG)

### Princípio físico do microscópio óptico

O microscópio composto é constituído pela combinação de dois sistemas de lentes convergentes: um próximo do olho do observador, motivo pelo qual é chamado sistema de oculares, e que age como microscópio simples; outro, próximo do objeto denominado sistema de objetivas:

✓ **Ocular:** é uma lupa. As mais simples possui no seu interior duas lentes e um diafragma. No interior da ocular temos então: lente de campo, diafragma e a ocular propriamente dita.

Figura 32: Lentes oculares de um microscópio ótico.



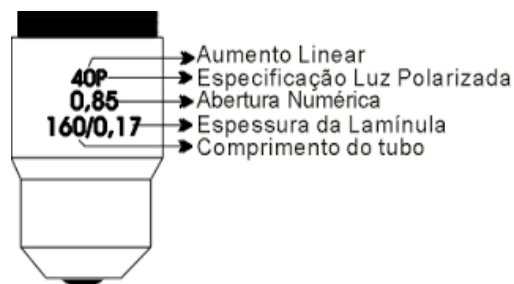
Fonte: [http://2.bp.blogspot.com/\\_bXiAT6MOo8E/S1zt8jhNt\\_I/AAAAAAAAACDE/zubzDPyc4-U/s640/oculares.jpg](http://2.bp.blogspot.com/_bXiAT6MOo8E/S1zt8jhNt_I/AAAAAAAAACDE/zubzDPyc4-U/s640/oculares.jpg)

✓ **Objetivas:** são formadas internamente por várias lentes. As resoluções alcançadas e a maior parte da qualidade da imagem final dependem das lentes objetivas.

Figura 33: Lentes objetivas de um microscópio óptico.



Fonte: Adaptada de <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/modules/mylinks/viewcat.php?cid=6&min=370&orderby=titleD&show=10>



Fonte: [https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRFjWKS4vOjn5BoIrNucMQFv2NbFNBYFHCPjvC364AHPsNSWrL\\_qw](https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRFjWKS4vOjn5BoIrNucMQFv2NbFNBYFHCPjvC364AHPsNSWrL_qw)

### Como calcular o aumento total do objeto observado?

Para calcular o aumento total de um objeto observado, deve-se multiplicar o valor da ocular (10 x) pelo valor da objetiva (4, 10, 40, 100 x). Portanto, quando se utiliza uma ocular com aumento de 10 vezes e uma objetiva com aumento de 4 vezes, o aumento total do objeto observado será de 40 vezes.

### Unidades de medida em microscopia



As unidades de medida utilizadas em microscopia são o micrômetro ( $\mu\text{m}$ ), para a microscopia óptica, e o nanômetro (nm), o ångström (Å) e o picômetro (pm) para a microscopia eletrônica:

1. **Micrômetro** – Um micrometro ou micrômetro é um submúltiplo do metro, unidade de comprimento do Sistema Internacional de Unidades (SI). É definido como 1 milionésimo de metro ( $1 \times 10^{-6}$  m). Equivale à milésima parte do milímetro e sua abreviatura é  $\mu\text{m}$ . O caractere  $\mu$  é a letra grega mi.

2. **Nanômetro** - Nanômetro é a subunidade do metro, correspondente a  $1 \times 10^{-9}$  metro, ou seja, um milionésimo de milímetro ou um bilionésimo do metro. Tem como símbolo nm. O prefixo *nano* vem do grego *nânos*, que significa anão, muito pequeno. É uma unidade de comprimento do SI, comumente usada para medição de comprimentos de onda de luz visível (400 nm a 700 nm), radiação ultravioleta, radiação infravermelha e radiação gama, entre outras coisas.  $1000 \text{ nm} = 1 \mu\text{m}$ .

3. **Ångström** – O ångström (Å) é uma unidade de medida de comprimento que se relaciona com o metro através da relação:  $1 \text{ Å} = 10^{-10}$  m. O nome desta unidade de medida tem origem no físico Anders Jonas Ångström (1814-1874). Seu uso se deu devido à necessidade de marcar distâncias menores que a unidade usada na época. Ela é comumente utilizada na Física para lidar com grandezas da ordem do átomo ou dos espaçamentos entre dois planos cristalinos.

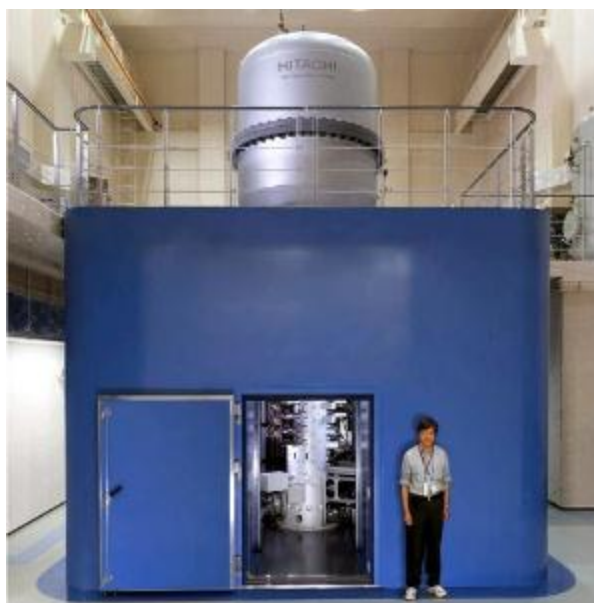
4. **Picômetro** – Picômetro é a subunidade do metro, correspondente a  $1 \times 10^{-12}$  metro, ou seja, um trilionésimo do metro. Tem como símbolo pm.

Segundo o site<sup>1</sup> de notícias UOL, o microscópio eletrônico de transmissão (MET) é o microscópio com maior resolução do mundo, foi desenvolvido pelo fabricante tecnológico japonês Hitachi. Seu funcionamento é baseado na transmissão de elétrons, com ele pode-se realizar observações em nível atômico. Começou a ser desenvolvido em 2010 e foi terminado no início de 2015. Ele oferece uma resolução de 43 picômetros.

Figura 34: Microscópio eletrônico de maior resolução (em Fevereiro de 2015).

---

<sup>1</sup> <http://noticias.uol.com.br/ciencia/ultimas-noticias/efe/2015/02/20/microscopio-mais-potente-do-mundo-e-desenvolvido-no-japao.htm>



Fonte: [http://imguol.com/c/noticias/2015/02/20/20fev2015---o-fabricante-japones-hitachi-desenvolveu-o-microscopio-com-maior-resolucao-do-mundo-baseado-na-transmissao-de-eletrons-e-capaz-de-realizar-observacoes-em-nivel-atomico-o-microscopio-1424448425207\\_300x300.jpg](http://imguol.com/c/noticias/2015/02/20/20fev2015---o-fabricante-japones-hitachi-desenvolveu-o-microscopio-com-maior-resolucao-do-mundo-baseado-na-transmissao-de-eletrons-e-capaz-de-realizar-observacoes-em-nivel-atomico-o-microscopio-1424448425207_300x300.jpg)

A relação com a unidade fundamental do sistema métrico, o metro (m) e com o milímetro (mm) é:

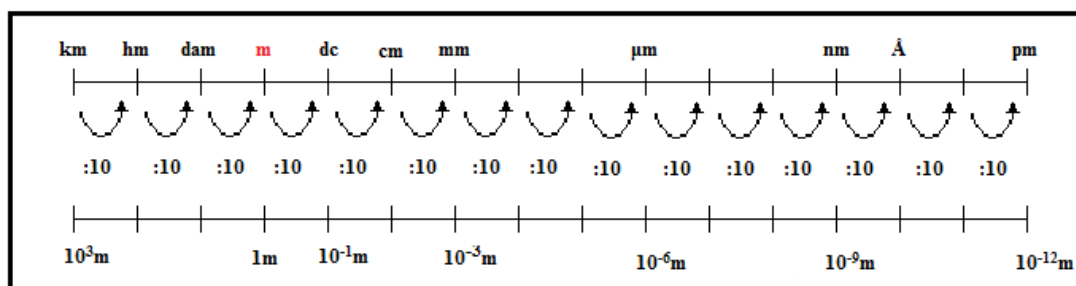
$$1 \mu\text{m} = 10^{-3} \text{ mm} (0,001 \text{ mm}) = 10^{-6} \text{ m}$$

$$1 \text{ nm} = 10^{-3} \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ mm} (0,000001 \text{ mm}) = 10^{-9} \text{ m}$$

$$1 \text{ \AA} = 10^{-1} \text{ nm} = 10^{-4} \mu\text{m} = 10^{-7} \text{ mm} (0,0000001 \text{ mm}) = 10^{-10} \text{ m}$$

$$1 \text{ pm} = 10^{-2} \text{ \AA} = 10^{-3} \text{ nm} = 10^{-6} \mu\text{m} = 10^{-9} \text{ mm} (0,00000000001 \text{ mm}) = 10^{-12} \text{ m}$$

Figura 35: Relação com metro



## Sistema de medidas SI

Segundo o INMETRO (2003), as definições oficiais de todas as unidades de base do SI foram aprovadas por uma Conferência Geral. A primeira dessas definições foi aprovada em 1889. Elas são modificadas periodicamente a fim de acompanhar a evolução das técnicas de medição e para permitir uma realização mais exata das unidades de base. São adotadas como unidades de base as unidades de sete grandezas: comprimento, massa, tempo, intensidade de corrente elétrica, temperatura termodinâmica, quantidade de matéria e intensidade luminosa.

### Unidade de comprimento (metro)

A definição do metro baseada no protótipo internacional em platina iridiada<sup>2</sup>, em vigor desde 1889, foi substituída na 11ª Conferência Geral de Pesos e Medidas - CGPM (1960) por outra definição baseada no comprimento de onda de uma radiação do criptônio 86, com a finalidade de aumentar a exatidão da definição do metro. A 17ª CGPM substituiu, em 1983, essa última definição, pela seguinte: “O metro é o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo durante um intervalo de tempo de 1/299 792 458 de segundo.” (INMETRO, 2003, p. 22).

O Sistema Internacional de Medidas apresenta prefixos para formar os nomes dos múltiplos e submúltiplos decimais das unidades do SI:

Quadro 1: Múltiplos do metro.

Múltiplo	Nome	Símbolo
$10^{24}$	iottametro	Ym
$10^{21}$	zettametro	Zm
$10^{18}$	exametro	Em
$10^{15}$	petametro	Pm
$10^{12}$	terametro	Tm
$10^9$	gigametro	Gm
$10^6$	megametro	Mm

<sup>2</sup> Algo que contém irídio em sua composição. Em 1879, um cilindro de platina iridiada com massa de 1000 gramas se tornou o padrão internacional de massa. ([www.dicionarioinformal.com.br](http://www.dicionarioinformal.com.br)).

$10^3$	quilômetro	km
$10^2$	hectômetro	hm
$10^1$	decâmetro	dam

Quadro 2: Submúltiplos do metro.

Submúltiplo	Nome	Símbolo
$10^{-1}$	decímetro	dm
$10^{-2}$	centímetro	cm
$10^{-3}$	milímetro	mm
$10^{-6}$	micrometro	$\mu\text{m}$
$10^{-9}$	nanometro	nm
$10^{-12}$	picometro	pm
$10^{-15}$	femtômetro	fm
$10^{-18}$	attometro	am
$10^{-21}$	zeptômetro	zm
$10^{-24}$	yoctômetro	ym

## Metodologia

A formação será realizada nas dependências do CEFAPRO de Alta Floresta no dia 06/11/2015 e terá duração de 08 horas. Serão convidados para participar professores que trabalham com o ensino das Ciências da Natureza e Matemática no Ensino Médio das escolas públicas de Alta Floresta.

O desenvolvimento da formação será realizado em 09 momentos distintos, os quais serão apresentados na sequência:

**1º momento** – Acolhida e apresentação dos participantes; Diagnóstico sobre o conhecimento dos participantes sobre práticas envolvendo a experimentação e a interdisciplinaridade; Diálogo acerca da importância da experimentação no ensino médio.

**2º momento** – Observação de letras através de vidros em formato arredondados e retos, cheios de água e conversar sobre o que é necessário para transformar água em lente ou vidro em lente.

**3º momento** – Discussão a respeito dos conceitos relacionados à óptica geométrica, envolvidos nos experimentos (Qual a natureza da luz? O que são lentes? Quais os tipos de lentes? O que é distância focal? Quais os meios de propagação da luz? entre outras).

**4º momento** – Manipulação do simulador do PhET “Curvando a luz” e “Ótica Geométrica”.

**5º momento** – Utilização do microscópio óptico: Diálogo sobre o microscópio óptico. Questões norteadoras: o que é? Quem o inventou e quando? O que é o micrômetro? Quais as partes que o compõem e a função de cada uma. Assistir a um vídeo que trata de Antonie Van Leeuwenhoek, disponível no endereço eletrônico: <https://www.youtube.com/watch?v=AP3EMvPMB8I>.

Leitura de um texto informativo abordando a cisticercose. Atividade de observação, ao microscópio óptico, de uma lâmina contendo um Cisticerco usando lentes objetivas de 4x e de 10x de aumento. Fazer o registro do cisticerco observado em ambas às lentes objetivas, por meio de desenhos. Calcular o aumento total do cisticerco observado.

Discussão sobre os cuidados que se deve ter com o microscópio, dentre eles: transportar com ambas as mãos, apoiando com uma delas a base do microscópio e segurando o braço do aparelho com a outra. Evitar molhar o microscópio e caso seja molhado, enxuga-lo com lenço de papel. Limpar as partes ópticas do microscópio com lenços de papel, pois elas são sensíveis e devem ser bem cuidadas. Usar uma flanela macia para as partes mecânicas. Quando acabar de usar o microscópio, posicionar na objetiva de menor aumento e guarda-lo na caixa protetora.

**6º momento** – Atividade do morango (Utilizar o protocolo: disponível no endereço eletrônico: [http://genoma.ib.usp.br/sites/default/files/protocolos-de-aulas-praticas/extracao\\_dna\\_morango\\_web1.pdf](http://genoma.ib.usp.br/sites/default/files/protocolos-de-aulas-praticas/extracao_dna_morango_web1.pdf)). Por que é necessário macerar o morango? Qual a função do sal de cozinha? Qual o papel do álcool? Em que etapa do procedimento ocorre o rompimento das membranas das células do morango?

**7º momento** – Realização de experimentos: câmera escura de orifício, cinema na caixa, e construção da luneta de lupa:

✓ Cinema na caixa – esta atividade é inspirada em um vídeo do site Manual do Mundo, disponível no seguinte endereço eletrônico: <http://www.manualdomundo.com.br/2012/05/cinema-na-caixa-camara-escura/>.

✓ Construção da luneta – esta atividade é inspirada no vídeo disponível no seguinte endereço eletrônico: <https://www.youtube.com/watch?v=RKLO8GbBWIU>.

**8º momento** – Retomar o protocolo da experimentação com o morango. Verificar o que aconteceu e discutir as etapas do processo e as reações químicas ocorridas no mesmo; Instigar os professores a pensarem quais conceitos então envolvidos no experimento, bem como, a possibilidade de realizar trabalhos interdisciplinares na escola entre os profissionais das diversas disciplinas. Questão norteadora da discussão: É possível ver a dupla hélice do DNA extraído?

**9º momento** – Construção de Microscópios alternativos:

- ✓ Seringa e laser verde
- ✓ Celular e lente de leitor de CD

### **Avaliação**

A avaliação será realizada no decorrer do processo, por meio das participações e relatórios dos professores participantes. Ao final da formação, será solicitado aos participantes que respondam a um questionário contendo três perguntas:

- ✓ Os estudos realizados contribuíram com a sua formação? Por quê?
- ✓ Após este encontro, sente-se mais sensibilizado(a) para realizar práticas envolvendo a experimentação e a interdisciplinaridade ?
- ✓ Quais as suas sugestões para a melhoria das próximas formações?

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional da Educação. Câmara Nacional de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica** / Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Formação de professores do ensino médio**, Etapa II - Caderno III: Ciências da Natureza / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica; [autores: Daniela Lopes Scarpa... et al.]. – Curitiba: UFPR/Setor de Educação, 2014. Disponível em:  
<[http://pactoensinomedio.mec.gov.br/images/pdf/cadernos/web\\_caderno\\_2\\_3.pdf](http://pactoensinomedio.mec.gov.br/images/pdf/cadernos/web_caderno_2_3.pdf)>. Acesso em: 12/05/15.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. 2000. Disponível em:  
<<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 12/05/15.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros curriculares Nacionais Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, 2000. Disponível em:  
<<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 12/05/15.

CARVALHO, Silvia Helena Mariano de. **Einstein - Uma Luz sobre a Luz**. 2005. Disponível em: <<http://www.cdcc.usp.br/fisica/Professores/Einstein-SHMCarvalho/Einstein-SHMCarvalho.pdf>>. Acesso em: 14/03/2016.

CANALLE, João Batista Garcia; SOUZA, Adelino Carlos Ferreira de. **Simplificando a luneta com lente de óculos**. 2005. Disponível em:  
<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6398/5924>>. Acesso em: 13/03/2014.

DESSEN, Eliana Maria Beluzzo; OYAKAWA, Jorge. **Extração caseira de DNA morango**. Centro de estudos do genoma humano. 2007. Disponível em:  
<[http://genoma.ib.usp.br/sites/default/files/protocolos-de-aulas-praticas/extracao\\_dna\\_morango\\_web1.pdf](http://genoma.ib.usp.br/sites/default/files/protocolos-de-aulas-praticas/extracao_dna_morango_web1.pdf)>. Acesso em: 08/08/2014.

FABRETTI, Carlo. **Alice no país das ciências - um passeio pela história da física**. São Paulo: Ática, 2013.

GALILEI, Galileu. **Sidereus Nuncius - O Mensageiro das Estrelas**. Tradução, Estudo e Notas: Henrique Leitão. 3.ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2010.

GORAZD, Planinsic. **Water – Drop Projector**. The Physics Teacher. Vol. 39, February, 2001.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

INMETRO. **Sistema Internacional de Unidades - SI**. 8. ed. Rio de Janeiro, 2003.

Disponível em: <<http://lim1.cptec.inpe.br/~rlim/docs/02SIUINMETRO.pdf>>. Acesso em: 05/11/2015.

MARTINS, Roberto de Andrade; SILVA, Cibelle Celestino. **As pesquisas de Newton sobre a luz: Uma visão histórica**. Rev. Bras. Ensino Fís. vol.37 n°4. São Paulo. Oct./Dec. 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172015000400202#aff2](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172015000400202#aff2)>. acesso em : 144/03/2016.

MENDES, Claudia L. S.; COUTINHO, Claudia, M. I.; PAIVA, Maurícia M.; ARAÚJO-JORJE, Tania C. CARDONA, Tânia S. **Com ciência na escola: Microscopia I: descobrindo um mundo invisível**. Disponível em: <[http://www.fiocruz.br/ioc/media/comciencia\\_01.pdf.08/08/2014](http://www.fiocruz.br/ioc/media/comciencia_01.pdf.08/08/2014)>. Acesso em: 08/08/2014.

MENDES, Claudia L. S.; COUTINHO, Claudia, M. I.; ARAÚJO-JORJE, Tania C. CARDONA. **Com ciência na escola: Experimentando como microscópio**. Disponível em: <[http://www.fiocruz.br/ioc/media/comciencia\\_02.pdf.08/08/2014](http://www.fiocruz.br/ioc/media/comciencia_02.pdf.08/08/2014)>. Acesso em: 08/08/2014.

NOGUEIRA, Salvador. **Astronomia: ensino fundamental e médio** / Salvador Nogueira, João Batista Garcia Canalle. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009. (Coleção Explorando o ensino; v. 11).

OKA, C.; ROPERTO, Afonso. **Origens do processo fotográfico**. In: A câmara escura: o princípio da fotografia. 2002. Disponível em: <<http://www.cotianet.com.br/photo/hist/indice.htm> >. Acesso em: 13/03/2015.

PAULA, Enio Freire de. **Divulgar ciência é preciso**. **Revista de Educação, Ciência e Cultura** | v. 18 | n. 1 | jan./jun. 2013. Disponível em: <<http://www.revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Educacao/article/viewFile/934/875>> Acesso em: 23/05/2014.

SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Caio Sérgio. **Universo da física 2 - hidrostática, termologia, óptica**. 2 ed. São Paulo: Atual, 2005. (Coleção Universo da física).

SILVÉRIO, Fernando Cesar; CALÓRIO, Wanderley Antônio. **A evolução da visão e a relação predador e presa**. Revista LOGOS, N. 21, SET/2013. Disponível em: <[http://www.feucriopardo.edu.br/logos/artigos/2013/REVISTA\\_LOGOS\\_n\\_21\\_2013.pdf#page=79](http://www.feucriopardo.edu.br/logos/artigos/2013/REVISTA_LOGOS_n_21_2013.pdf#page=79)>. Acesso em: 31/08/2015.

Junior, Wanderley. **Luneta de baixo custo - parte óptica**. Disponível em: <<http://wanderleyjunior.xpg.uol.com.br/luneta1.htm>>. Acesso em: 13/03/2014.

TYSON, Neil deGrasse. **Cosmos: Uma odisséia no espaço**. Temporada: 1. Episódio: 2. **Coisas que as moléculas fazem**. Disponível em: <[www.netflix.com](http://www.netflix.com)>. Acesso em: 16/03/2016.



VENTURA, Dora Fix. **Visão de cores no primeiro ano de vida.** Psicologia USP, 2007, 18(2), 83-97. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pusp/v18n2/v18n2a06.pdf>>. Acesso em: 31/08/2015.

YOUNG, Hugh D. **Física IV: ótica e física moderna.** 12 ed. Tradução: Claudia Martins. São Paulo: Addison Wesley, 2009.