

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

DÉBORA CRISTINA MONTEIRO DA ROSA

A FÍSICA COMO BASE DA FOTOGRAFIA
CONCEITOS E APLICAÇÕES

São Leopoldo

2018

Débora Cristina Monteiro da Rosa

A FÍSICA COMO BASE DA FOTOGRAFIA
CONCEITOS E APLICAÇÕES

Trabalho de Conclusão de curso apresentado à Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada em Física.

Orientador: Prof^o. Dr. Vinícius Cappellano De Franco

São Leopoldo
2018

Dedico este trabalho a meu esposo, a meus familiares, aos colegas de curso, aos professores e a todos que direta ou indiretamente contribuíram para esta conquista.

Meus sinceros agradecimentos...

...a Deus, pois, sem sua permissão, nada teria sido possível;
...à minha família, pela confiança e pelo apoio incondicional,
...em especial ao meu esposo Clairton Alex da Rosa, por compreender minha ausência, por suprir todas as necessidades financeiras, físicas e emocionais das quais precisei, com amor incondicional nas palavras de força e fé inabalável;
...aos amigos Diego, Robson, Jair, Tobias, Matheus, Patrícia e Camila, pelas intermináveis horas de estudos, pelas conversas, pela amizade e pelo incentivo durante o curso da graduação;
...ao parceiro de ideologia e fé Diomar Sbardellotto, por concatenar histórias de vida;
...aos professores do curso, por me proporcionarem crescimento pessoal e profissional;
...ao Professor Carmo Heinemann e Professor Vinícius Cappellano De Franco, por aceitar o desafio da orientação deste estudo com profissionalismo e paciência;
... à Professora Beatriz Sallet e Professora Marina Lorenzoni Chiapinotto pela confiança, generosidade e disponibilidade;
...a todos os meus alunos, por me ajudarem, mesmo que inconscientemente,
a me tornar a pessoa que sou hoje.

RESUMO

A prática do ensino de Física é um desafio constante tanto para professores quanto para alunos. O ensino tradicional é um dos fatores contribuintes dessa realidade, focando apenas na memorização e resolução matemática de forma mecânica, sem a preocupação de análise, discussão e compreensão dos fenômenos e conceitos físicos aplicados a elas. O presente trabalho propõe a discussão e análise dos conceitos de óptica aplicados à fotografia, considerando o possível conhecimento prévio dos alunos sobre o assunto, para que a aprendizagem seja significativa. Para esta abordagem foi realizada uma oficina na disciplina Fotografia, integrante da grade curricular do curso de Tecnologia em Fotografia, nesta universidade. Foram aplicados dois questionários, sendo um no início e outro ao final da oficina. Durante a realização da mesma, foram analisados elementos específicos de óptica, presentes nas duas áreas, tais como: luz, visão, lentes convergentes, lentes divergentes e objetivas, e também, desenvolvidas práticas com materiais dos laboratórios de Física e de Fotografia. Os resultados obtidos indicaram que os alunos elevaram o nível de compreensão sobre os conceitos básicos de óptica aplicados na fotografia.

Palavras-chave: Óptica. Fotografia. Luz. Formação de Imagem. Lentes.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 TEMA.....	10
3 OBJETIVOS	10
3.1 OBJETIVO GERAL	10
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA FÍSICA	11
4.1 A LUZ	11
4.2 REFLEXÃO DA LUZ	14
4.2.1 Leis da Reflexão	15
4.2.1.1 1ª Lei da Reflexão	15
4.2.1.2 2ª Lei da Reflexão	15
4.3 REFRAÇÃO DA LUZ.....	16
4.3.1 Lei de Snell	16
4.4 A FORMAÇÃO DA IMAGEM – OLHO VERSUS MÁQUINA FOTOGRÁFICA	17
4.5 ALENTE.....	24
4.5.1 Lentes Esféricas	24
4.5.2 Classificação Das Lentes.....	24
4.5.2.1 Lente Biconvexa	25
4.5.2.2 Lente Plano-Convexa	25
4.5.2.3 Lente Côncavo-Convexa	25
4.5.2.4 Lente Bicôncava	26
4.5.2.5 Lente Plano-Côncava.....	26
4.5.2.6 Lente Convexo-Côncava	27
4.5.3 Comportamento Óptico das Lentes Esféricas	27
4.5.3.1 Lentes Esféricas Convergentes.....	27
4.5.3.2 Lentes Esféricas Divergentes	28
4.6 AS LENTES NA FOTOGRAFIA.....	29
5 METODOLOGIA	33
5.1 ESTRUTURA DA OFICINA	35
6 ANÁLISE DOS RESULTADOS	39
6.1 QUESTIONÁRIO I	39
6.1.1 Primeira e segunda questões.....	39

	7
6.1.2 Terceira questão.....	40
6.1.3 Quarta questão.....	41
6.2 QUESTIONÁRIO II.....	41
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
REFERÊNCIAS.....	47
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO I.....	49
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO II.....	50

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a sociedade vive inserida em uma realidade onde a evolução tecnológica encontra-se presente em praticamente tudo que a rodeia. Mesmo assim, é indiscutível que ainda hoje existam indivíduos utilizando-a a todo o momento, sem perceber que a mesma está diretamente ligada a conteúdos didáticos estudados desde o ensino fundamental até o acadêmico.

Especificamente em relação à disciplina de Física, existe um estereótipo “pré-conceitualizado” apresentado pela sociedade em geral, em que a mesma é considerada difícil e muitas vezes, aparentemente sem solução possível para suas questões.

Frente a esta situação e indo ao encontro do que se afirma nos PCN's (BRASIL, Ministério da Educação – Secretaria da Educação Básica), onde se coloca que um dos pontos mais importantes na aprendizagem é a “atitude reflexiva e autocrítica diante dos possíveis erros”, faz-se necessária uma nova abordagem dos conteúdos de Física, buscando caminhos que aproximem a Física da realidade, objetivando assim, trabalhar a Física como cultura e como possibilidade de compreensão do mundo.

Alicerçam-se tais perspectivas nas ideias propostas pela teoria freiriana, onde a mesma propõe aos professores, postura de mediador no aprendizado dos alunos, ao contrário de serem apenas transmissores do conhecimento. Procurando construir um elo de ligação entre o “dentro” e o “fora” da sala de aula, encontra-se apoio nas ideias de Paulo Freire, em que somente aprende-se o que se quer aprender e principalmente, aquilo que é significativo. (MOREIRA, 2011, p. 153.)

A lacuna existente entre os conceitos físicos e suas aplicações, acompanha os alunos mesmo após a conclusão do ensino regular e segue no ingresso ao ensino superior. Acompanhando e observando os alunos do curso de Tecnologia em Fotografia nesta universidade, evidencia-se claramente que estes não apresentam conhecimento suficiente sobre os conceitos ópticos que embasam todo o funcionamento de uma câmera fotográfica, desde a formação da imagem até a utilização das diferentes lentes utilizadas nas mesmas. A prática é realizada apenas mecanicamente, sem a compreensão real do que ocorre no processo fotográfico.

Sendo assim, o presente trabalho tem o intuito de apresentar a Física existente na Fotografia, utilizando-se da análise dos conceitos ópticos e de suas aplicações na área, culminando em uma oficina realizada com os alunos ingressantes no curso de Tecnologia em Fotografia, nesta universidade.

A utilização das histórias da ciência e da fotografia será fator contribuinte na tentativa de uma nova proposta de compreensão do conteúdo como construção humana, enriquecendo assim o processo ensino-aprendizagem.

Para tal estudo, a análise de equipamentos de óptica e também fotográficos, serão utilizados como auxiliador e esclarecedor de conceitos.

2 TEMA

A óptica existente no processo fotográfico.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Possibilitar a compreensão da utilização de conceitos estudados em Física, especificamente em óptica, através do uso de equipamentos na fotografia.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Apresentar a Física existente na Fotografia, utilizando-se da análise dos conceitos ópticos e de suas aplicações na área.

Compreender o processo de formação da imagem, tanto no olho humano, quanto na máquina fotográfica.

Analisar os conceitos ópticos que embasam o processo fotográfico e suas aplicações.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA FÍSICA

4.1 A LUZ

A tecnologia óptica apresenta origens na antiguidade, com registros no livro *Exodus* (1200 a.C.) sobre a utilização de espelhos para construção de um recipiente sagrado. No vale do Nilo, perto da pirâmide de Sesostri II (1900 a.C.) foi desenterrado um espelho em condições perfeitas de conservação, comprovando a utilização dos mesmos no antigo Egito.

Os estudos acerca da luz e os fenômenos a ela relacionados também apresentam registros desde a antiguidade quando, dentre as análises realizadas, os temas de maior debate e geradores de controvérsias, eram sobre a natureza e a velocidade da Luz. (HECHT, 2002, p. 17.)

Os filósofos gregos Pitágoras, Demócrito, Empédocles, Platão, Aristóteles e outros desenvolveram várias teorias sobre a natureza da luz (sendo a do último citado muito semelhante à teoria do éter, do século dezenove). A propagação retilínea da luz era conhecida, assim como a lei da reflexão, enunciada por Euclides (300 a.C.) no seu livro *Catóptrica*. Hierão de Alexandria tentou explicar estes dois fenômenos, afirmando que a luz percorria sempre o caminho mais curto possível entre dois pontos. (HECHT, 2002, p. 17.)

Em *O Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa* (FERREIRA, 2009, p.1237), luz é conceituada como “radiação eletromagnética capaz de provocar sensação visual num observador normal; radiação eletromagnética de comprimento de onda compreendido aproximadamente entre 4000 Å e 7800 Å; claridade emitida pelos corpos celestes”.

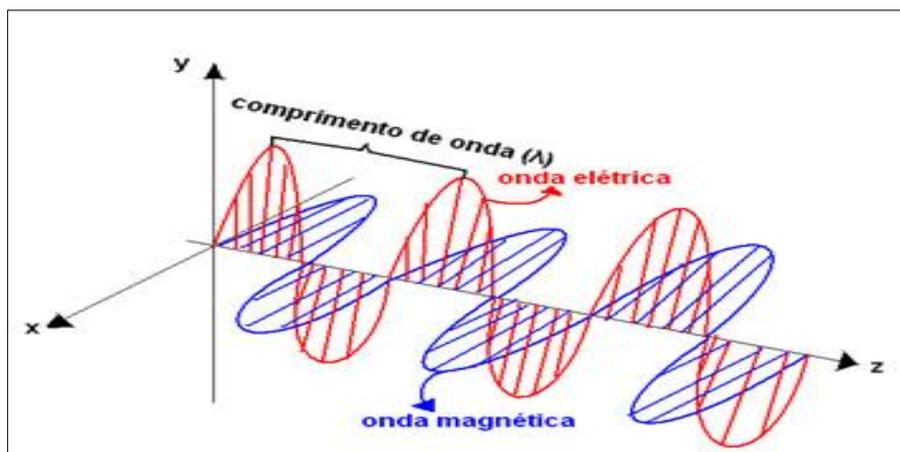
Para entender o conceito acima, é necessário que se faça análise de alguns termos dentro do âmbito científico. Antes mesmo de pensar sobre radiação eletromagnética, é importante refletir sobre o que são ondas e ondas eletromagnéticas.

No campo da ciência, onda é um fenômeno periódico, ou seja, repetitivo, no qual ocorre o transporte de energia segundo a perturbação ou excitação de um meio elástico, ou ainda por meio de um campo oscilante. A característica de uma onda se dá pela velocidade de transporte de energia, assim como pela frequência do fenômeno periódico e também por sua amplitude. (MACEDO, 1976, p. 248.)

As ondas eletromagnéticas especificamente, são constituídas por campos elétricos e magnéticos oscilantes e perpendiculares entre si e também entre a direção de propagação. Estas ondas eletromagnéticas podem ser classificadas segundo uma propriedade física

denominada frequência (f), que é a medida do número de ciclo formados por unidade de tempo. A frequência e a energia transportada pela onda são grandezas diretamente proporcionais. Elas também podem ser classificadas ainda, segundo seu comprimento de onda (Figura 1) que é a distância entre dois picos (λ), este por sua vez é inversamente proporcional à frequência. (MACEDO, 1976, p. 249.)

Figura 1: Onda eletromagnética



Fonte: Brasil Escola

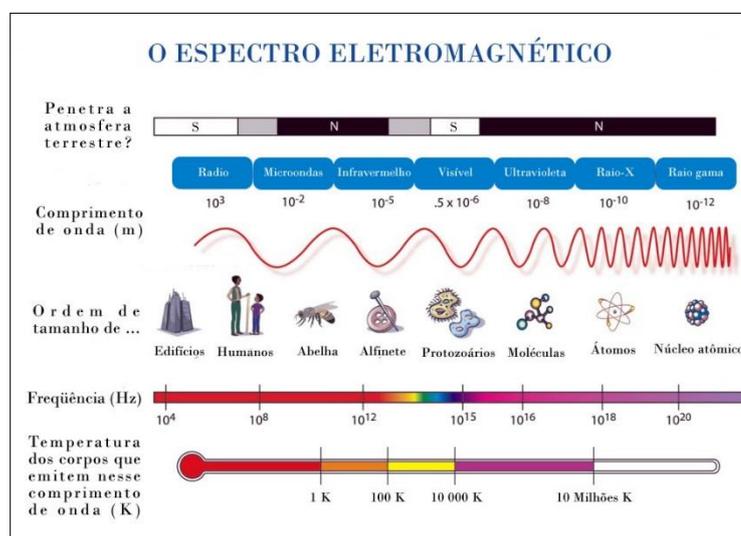
A unidade de medida que quantifica o comprimento dessa onda eletromagnética chama-se Angström (\AA) – nome escolhido em homenagem ao físico sueco Anders Jonas Angström (1814 – 1874), autor de importantes e inúmeros estudos e trabalhos sobre espectroscopia – 10^{-10} m. (MACEDO, 1976, p. 16.)

Outro conceito a ser compreendido é o da radiação, que é a denominação universal da energia que se propaga de um ponto a outro do espaço, no vácuo ou em um meio material, através de um campo periódico ou um conjunto de partículas subatômicas. A radiação eletromagnética especificamente é uma das formas mais importantes de radiação, que se propaga através de um campo eletromagnético, de frequência característica. Havendo apenas uma única frequência, esta radiação será monocromática e, no caso de haver mais de uma frequência, a radiação será policromática. Vale lembrar que a velocidade de propagação dessa radiação em um meio material também depende, em geral, da frequência da mesma. (MACEDO, 1976, p. 290.)

Em 1867, quando Maxwell publicou pela primeira vez detalhadamente a sua teoria de campo eletromagnético, o espectro de frequências conhecido estendia-se apenas do infravermelho, através do visível, até ao ultravioleta. (HECHT, 2002, p. 101.)

O espectro eletromagnético (Figura 2) é composto pelo conjunto de todas as ondas eletromagnéticas classificadas segundo suas frequências.

Figura 2: O espectro eletromagnético



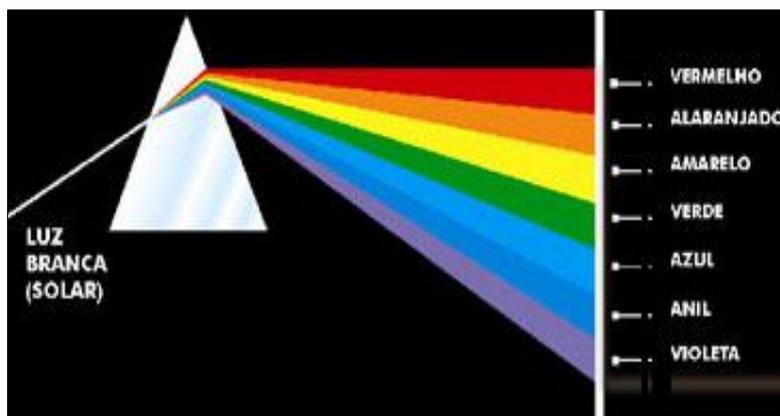
Fonte: Stoa

A luz, conceituada no ramo da física como luz visível, é uma forma de energia radiante, que se propaga sob a forma de ondas eletromagnéticas. Sua velocidade de propagação é considerada constante e tem valor aproximado de 3×10^8 m/s. Quando atua em órgãos visuais saudáveis, é responsável por produzir a sensação de visão.

A região espectral referente ao espectro visível, compreendida entre o infravermelho e o ultravioleta, além de nos proporcionar a impressão luminosa, também nos fornece a impressão de cor. A radiação que tem a composição espectral análoga à luz solar, chama-se cor branca. Como já citado anteriormente, a radiação pode ser monocromática ou policromática, dependendo do tipo de frequência que a caracterizar. No caso da radiação ser monocromática, classifica-se a cor como pura ou espectral e caracteriza-se a mesma pelos nomes das sete cores do arco-íris sendo elas, vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta. Já quando a radiação é policromática, a sensação de cor é mais complexa. (MACEDO, 1976, p. 290.)

O primeiro cientista que reconheceu a cor branca como sendo constituída pela junção de todas as cores do espectro visível foi Isaac Newton (1642 – 1727), concluindo também que, o prisma não altera a cor branca criando as demais quando o atravessa, mas sim as separa simplesmente, por dispersão da luz (Figura 3). (HECHT, 2002, p. 106.)

Figura 3: Prisma e dispersão da luz



Fonte: Imasters

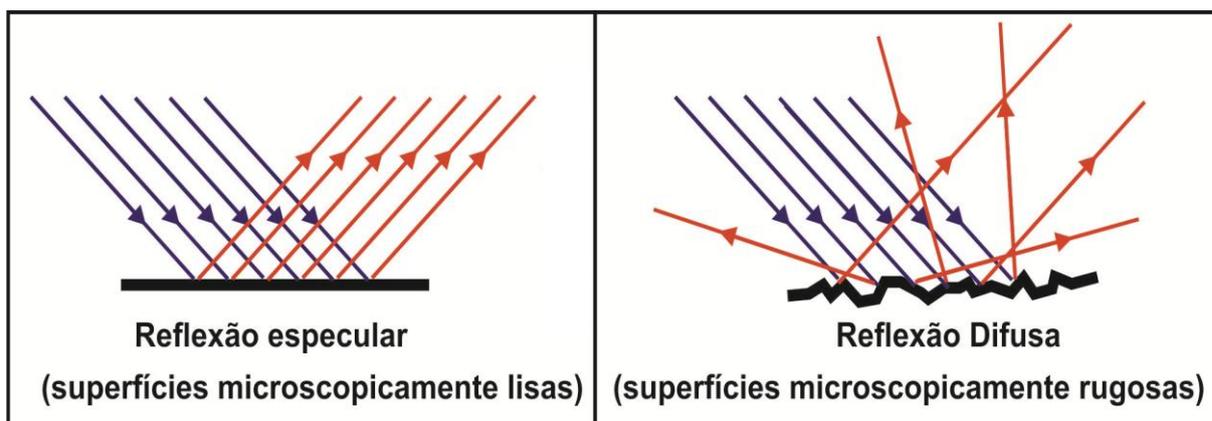
Em grego a palavra luz significa *foto* e a palavra grafia significa *escrita*. Assim surge a ideia de ‘escrever com a luz’, o que faz com que a fotografia seja entendida pelas pessoas do ramo como ‘a linguagem da luz’. Muitos dos equipamentos utilizados por fotógrafos lidam diretamente com a luz, tais como lentes, filmes, fotômetros, laboratórios e a própria câmera tratam a luz segundo suas especificações. (FOLTS, 2007, p. 161)

4.2 REFLEXÃO DA LUZ

O advogado e matemático francês Pierre de Fermat (1601 – 1665) apresentava uma maneira única de descobrir a trajetória da luz, estabelecendo que, entre todos os possíveis caminhos que a luz pode percorrer de um ponto a outro, ela percorrerá de fato aquele que requer o menor tempo. Grande parte do que vemos não emite luz própria, apenas reemite a luz incidente em suas superfícies, vinda de uma fonte primária. Essa incidência de luz em superfícies pode ser reemitida sem alteração de frequência ou absorvida pelo material. Quando a luz retorna ao meio de onde veio é chamada *refletida* e o processo é denominado *reflexão*. (HEWITT, 2011, p. 492.)

A reflexão da luz se diz *especular* ou simplesmente *reflexão*, quando um raio incidente reflete-se de acordo com as leis de Snell, o que ocorre em superfícies polidas. Já a reflexão é *difusa*, quando a luz refletida não obedece às leis de Snell, sendo transmitida em várias direções (Figura 4). (MACEDO, 1976, p. 304.)

Figura 4: Reflexão da luz



Fonte: Ponto Ciência

4.2.1 Leis da Reflexão

Os fenômenos em que acontece reflexão, tanto especular quanto difusa, obedecem a duas leis fundamentais.

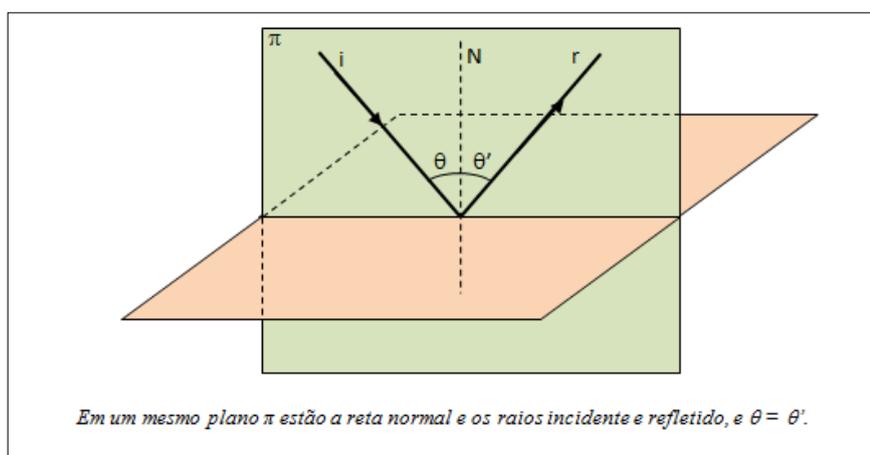
4.2.1.1 1ª Lei da Reflexão

O raio de luz refletido e o raio de luz incidente, assim como a reta normal à superfície, pertencem ao mesmo plano, ou seja, são coplanares (Figura 5).

4.2.1.2 2ª Lei da Reflexão

O ângulo de reflexão (r) é sempre igual ao ângulo de incidência (i) (Figura 5).

Figura 5: 1ª e 2ª Leis da reflexão



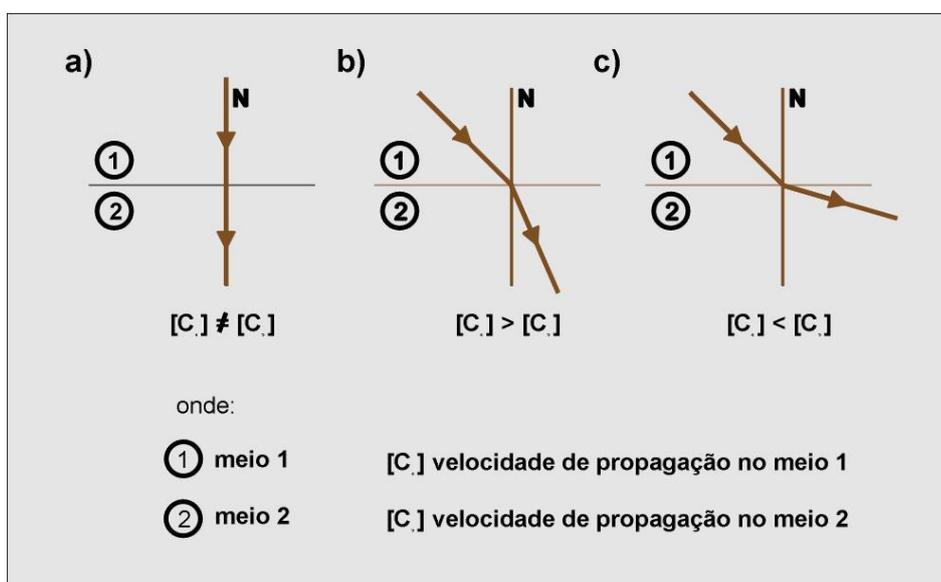
Fonte: Professora Renata Quartieri

4.3 REFRAÇÃO DA LUZ

A refração ocorre sempre que a luz tem sua velocidade média de propagação alterada ao passar de um meio transparente para outro, sendo especialmente importante, pois é o fenômeno básico no funcionamento de inúmeros dispositivos e instrumentos ópticos, tais como lentes, microscópios, telescópios refratores, dentre outros. Mediante os índices de refração de cada meio, determina-se a direção do raio refratado na interface que os separa. (MACEDO, 1976, p. 304.)

Para cada meio que a luz atravessa, encontra maior ou menor dificuldade de propagar-se e apresenta respectivamente, menor ou maior velocidade. Quanto mais refringente for o meio, menor será a velocidade da luz nele (Figura 6). Para um dioptró (sistema óptico onde ocorrem refrações) qualquer, além das leis de reflexão, é possível enunciar a lei referente aos índices de refração da luz. (ARTUSO, 2013, p. 215.)

Figura 6: Velocidade de propagação e ângulo de incidência



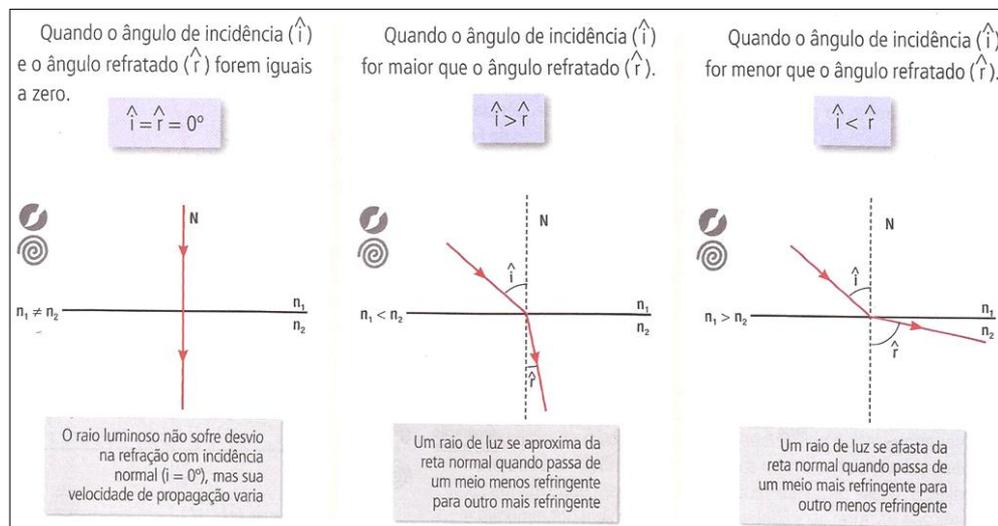
Fonte: Angelfire

4.3.1 Lei de Snell

A razão entre o seno do ângulo de incidência e o seno do ângulo de refração, corresponde ao índice de refração relativo do meio 2 em relação ao meio 1. Com exceção do caso da incidência normal ($\hat{i} = 0^\circ$), para os meios de um dioptró qualquer, quanto menor o índice de refração absoluto, maior o ângulo (de incidência ou de refração) nesse meio. Em

uma refração, portanto, há apenas três situações possíveis (Figura 7): (ARTUSO, 2013, p. 217.)

Figura 7: Lei de Snell



Fonte: Física

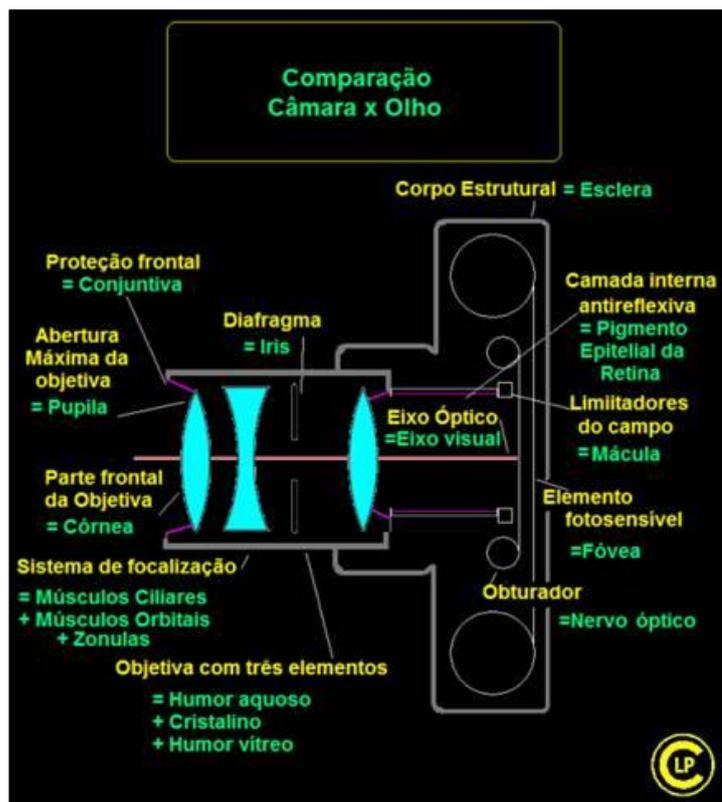
4.4 A FORMAÇÃO DA IMAGEM – OLHO VERSUS MÁQUINA FOTOGRÁFICA

O astrônomo e matemático alemão Johannes Kepler (1571 – 1630) aparentemente propôs a concepção de que o olho humano possivelmente fosse uma dupla lente positiva, formador de imagem real em uma superfície visível à luz. (HECHT, 2002, p. 242.)

“A visão, digo eu, ocorre quando a imagem do... mundo exterior... é projetada... na retina côncava”. Esta afirmação só foi plenamente aceita depois de uma experiência levada a cabo em 1625 pelo jesuíta alemão Christopher Scheiner (e talvez cinco anos mais tarde, independentemente, por Descartes).. (HECHT, 2002, p. 242.)

Há inúmeras semelhanças entre a estrutura do olho humano e a estrutura de uma máquina fotográfica (Figura 8). Esta semelhança se deve ao fato de que a máquina fotográfica foi desenvolvida segundo os princípios tecnológicos da visão humana. Este é o motivo pelo qual o olho humano é considerado uma estrutura de sistema complexo, inteligente, automático e praticamente perfeita, enquanto a máquina fotográfica é um equipamento que de nada serve se não houver a ação humana sobre a mesma. (HECHT, 2002, p. 242.)

Figura 8: Comparação entre olho e câmera

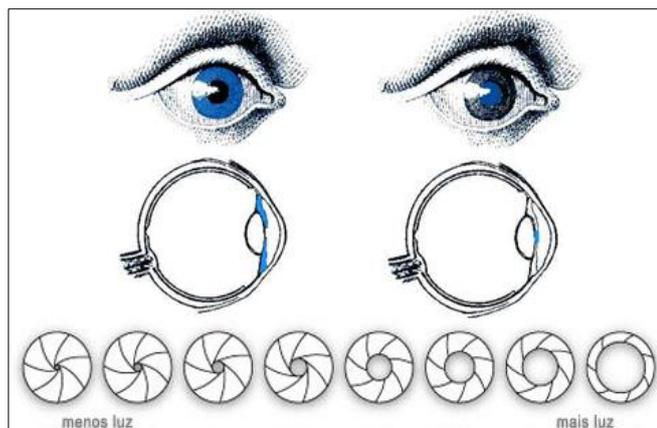


Fonte: Novacon

O olho humano apresenta diâmetro em torno de 2,5 cm e massa aproximada entre 7 e 8 g, sendo considerado um órgão praticamente esférico (2,4 cm de fundo por 2,2 cm de largura). (ARTUSO, 2013, P. 245.) É uma estrutura óptica complexa, formado por um sistema composto de inúmeros componentes fisiológicos que tem a capacidade de receber a luz, transformá-la em estímulos nervosos e transportá-la até o cérebro, sendo este, o responsável pela criação da imagem. (ARTUSO, 2013, p. 248.)

O globo ocular é composto por uma massa gelatinosa, contida em uma película resistente, porém flexível chamada *esclerótica* que é branca e opaca, aparência esta que faz exceção apenas à região frontal transparente, a *córnea*, que equivale ao primeiro cristal de uma objetiva (conjunto de lentes) (Figura 9). A luz atravessa-a e passa por um líquido claro e aquoso, denominado *humor aquoso*. (HECHT, 2002, p. 242.)

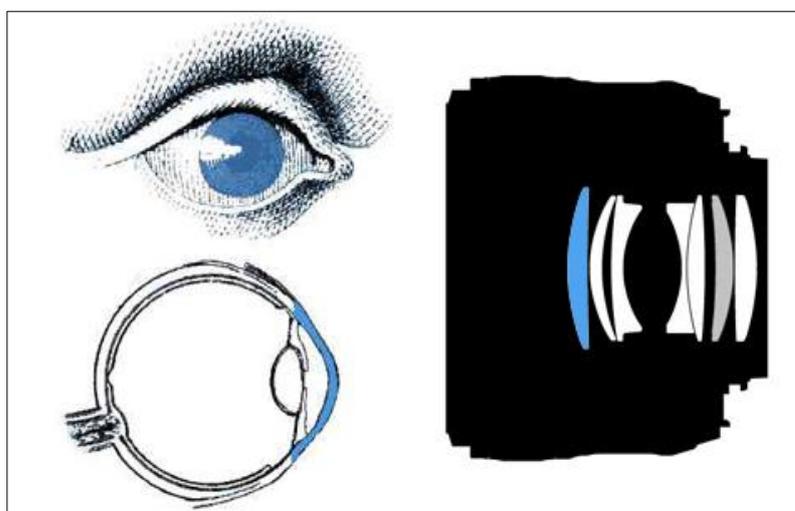
Figura 9: Córnea versus lente = refração da luz



Fonte: Moimagem

Imersa neste líquido encontra-se a *íris*, que funciona como um diafragma responsável pelo controle da quantidade de luz que entra no olho através de uma abertura central, chamada *pupila* (Figura 10). A palavra íris é derivada do grego e significa arco-íris, é ela que define a cor do olho, podendo ser azul, verde, castanha, cinzenta ou cor de avelã. É formada por músculos circulares e radiais, que se abrem e se fecham, podendo aumentar ou diminuir o diâmetro aparente da pupila dependendo da quantidade de luz a que esteja exposta, desde 2 mm quando a luz for muito intensa até 8 mm quando estiver na escuridão. (HECHT, 2002, p. 243.)

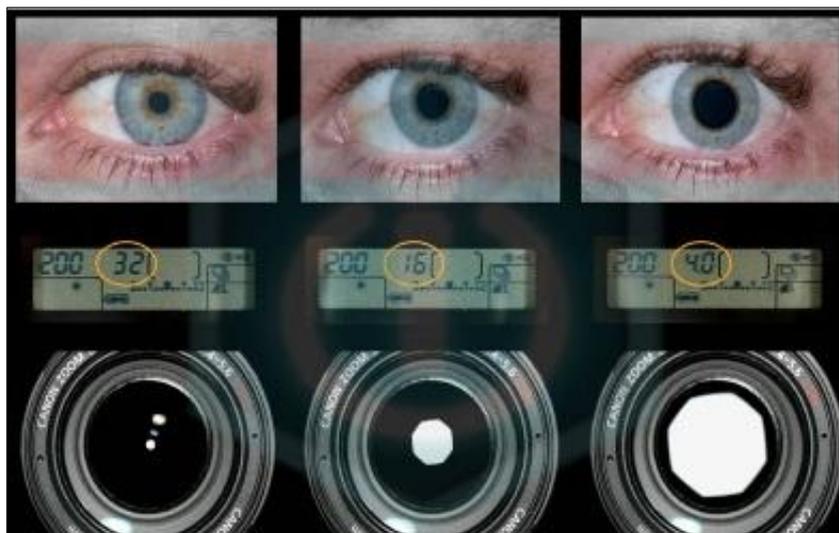
Figura 10: Íris e pupila versus diafragma = quantidade de luz



Fonte: Moimagem

Para fins de entendimento, segue quadro comparativo entre a abertura da íris no olho e a abertura do diafragma na máquina fotográfica (Figura 11), considerando que ambos têm a mesma função – controle da passagem de luz tanto no olho quanto na máquina.

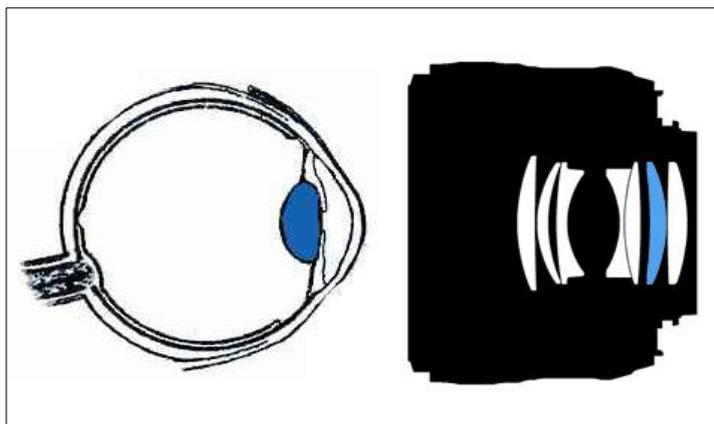
Figura 11: Comparação entre olho e câmera



Fonte: Blog do Zebrão

Logo em seguida por trás da íris, localiza-se o *crystalino* (Figura 12) que apresenta a forma de um feijão medindo 9 mm de diâmetro e 4 mm de espessura. Complexo, estratificado e fibroso, contém uma membrana elástica que o envolve. Pode-se compará-lo a uma cebola transparente composta de 22000 camadas muito finas. É responsável pelo foco de precisão em função de variações de forma, podendo ficar maior (contração da musculatura) ou menor (relaxamento da musculatura), fazendo o ajuste fino do foco, ou seja, é uma objetiva de potência variável. (HECHT, 2002, p. 243.) Na máquina fotográfica, a objetiva é formada por um conjunto de cristais e é a distância entre eles que fará o ajuste do foco. No momento de fotografar, os cristais ficarão mais próximos ou mais distantes, dependendo da necessidade, até que a imagem que se deseja registrar fique bem focada.

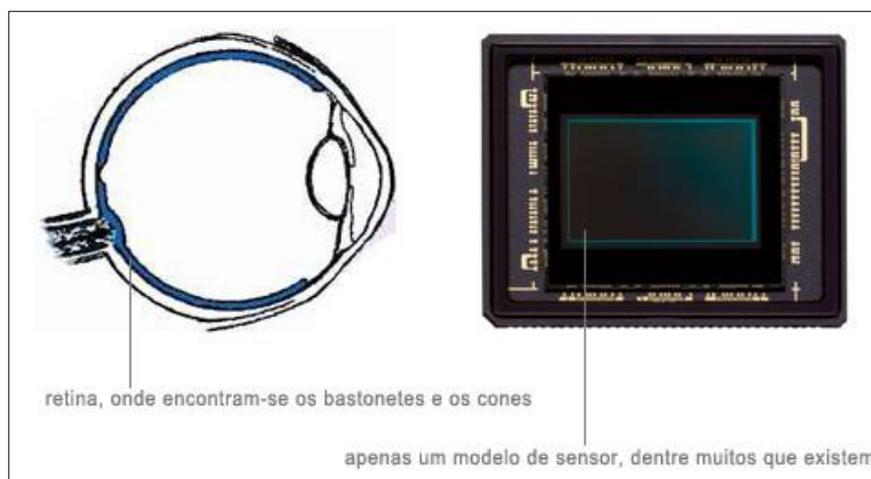
Figura 12: Cristalino versus lente = focalização



Fonte: Moimagem

Por trás do cristalino, apresenta-se outra estrutura composta por uma substância gelatinosa e transparente, o *humor vítreo*. Uma camada localizada no interior da parede da esclerótica chama-se *coroide* e tem a função de absorver a luz direta, assim como o revestimento preto do interior da máquina fotográfica. Existe uma camada muito fina com espessura entre 0,5 mm e 0,1 mm de células receptoras de luz que cobrem grande parte da coroide, esta camada é denominada *retina* (em latim *rete* significa rede) e é composta por várias camadas. A retina é responsável pelo processamento da informação luminosa no olho. (HECHT, 2002, p. 243.) Já na máquina fotográfica, a estrutura responsável por este processamento é o sensor (Figura 13).

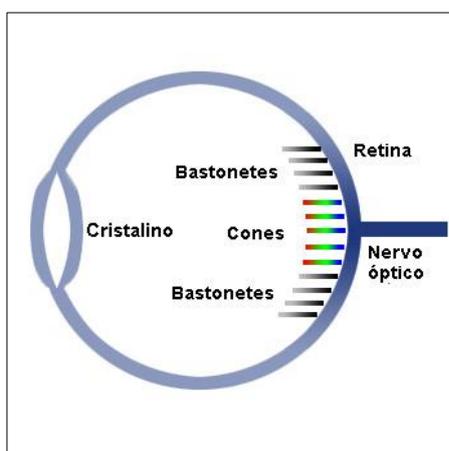
Figura 13: Retina versus sensor = processamento da informação luminosa



Fonte: Moimagem

Estas células fotorreceptoras são subdivididas em *cones* e *bastonetes*. (Figura 14) Os cones apresentam-se com aproximadamente 0,006 mm de diâmetro, em um conjunto de cerca de 6 a 7 milhões. São responsáveis pela percepção das cores, pois funcionam com intensidades luminosas mais elevadas, entretanto são pouco sensíveis a intensidades menos luminosas. Já os bastonetes apresentam-se com aproximadamente 0,002 mm de diâmetro, em um conjunto de cerca de 100 milhões. São estruturas muito sensíveis que funcionam com intensidades luminosas muito reduzidas, porém não são capazes de perceber as cores. (HECHT, 2002, p. 244.) A fim de um melhor entendimento, segue imagem da localização no olho e posteriormente, imagem detalhada da estrutura.

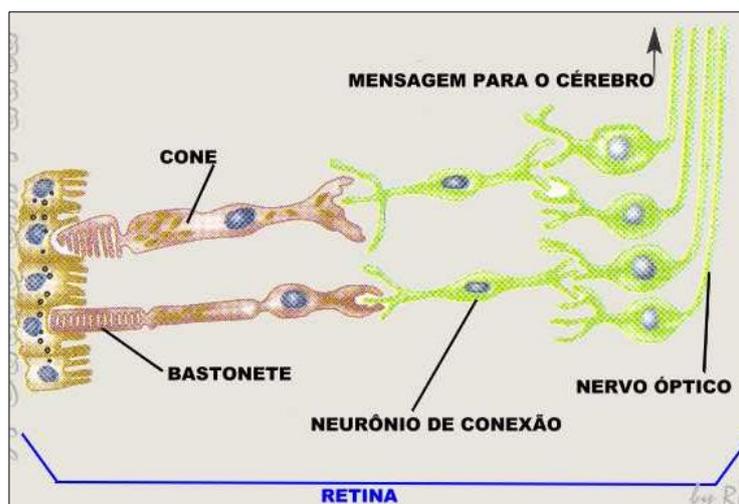
Figura 14: Cones e bastonetes



Fonte: Armazém do telescópio

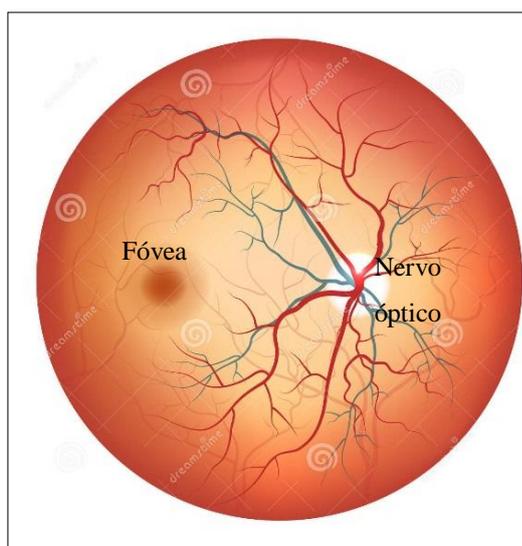
A área de junção entre o *nervo óptico* e o olho é insensível à luz, visto que não contém células fotorreceptoras e por este motivo recebe o nome de *ponto cego*. O nervo óptico é ramificado estendendo-se sobre a face posterior interna do olho (Figura 15). Ainda por cima do centro da retina, existe uma pequena depressão medindo em torno de 2,5 mm a 3 mm de diâmetro, denominada *mácula*. No centro desta encontra-se a *fóvea*, pequena área carente de bastonete, com cerca de 0,3 mm de diâmetro (Figura 16). Nela os cones são mais estreitos, medindo entre 0,0030 e 0,0015 mm de diâmetro. É responsável por proporcionar a informação mais nítida e mais detalhada. (HECHT, 2002, p. 244.)

Figura 15: Especificações da Retina



Fonte: A saúde em pauta

Figura 16: Olho normal



Fonte: Dreamstime

Tanto os bastonetes quanto os cones, contém compostos químicos sensíveis à luz. A luz incidente sobre estas células desencadeia uma série de reações químicas que geram impulsos elétricos. Assim, a informação luminosa é transformada em informação elétrica, por uma reação química. Em seguida, a informação elétrica é levada através do nervo óptico ao cérebro, que irá interpretá-la como luz. (MOREIRA, 1982, p. 4.) Já na máquina fotográfica, é necessário que ocorra o mesmo processo, sendo que o responsável por esta transformação é o sensor. Porém, é impossível gravar uma informação elétrica, por este motivo na fotografia

acontecem duas transformações: de informação luminosa em elétrica, e em seguida, de informação elétrica em arquivo digital.

4.5 A LENTE

Dispositivo óptico constituído por um corpo de substância refringente, limitado por superfícies opticamente polidas, e que tem a propriedade de tornar convergente, colimado ou divergente um feixe de raios luminosos. Quando a lente é constituída por dois ou mais elementos opticamente acoplados, ela é uma lente *composta*. Quando é constituída por um só elemento, é uma lente *simples*. Usualmente, as superfícies que limitam a lente são esféricas e a lente denomina-se *esférica*. Lentes com superfícies *anesféricas* (cilíndricas, toroidais, etc.), utilizam-se para fins especiais. Nos instrumentos ópticos, utilizam-se sistemas de lentes que podem atingir elevado grau de complexidade. São especialmente notáveis as *objetivas* dos microscópios, as *oculares* (de microscópios e telescópios) e as *objetivas* de câmeras fotográficas. (MACEDO, 1976, p. 211.)

4.5.1 Lentes Esféricas

Lentes esféricas são o elo de ligação entre alguns instrumentos presentes no cotidiano - lentes de contato, lupas, máquinas fotográficas, projetores de imagens, lunetas, microscópios, binóculos e telescópios - e o sistema óptico utilizado para obtenção ou registro das imagens.

Chama-se lente esférica o sistema óptico constituído de três meios homogêneos e transparentes, sendo que as fronteiras entre cada par são duas superfícies esféricas ou uma superfície esférica e uma superfície plana, as quais se chamam faces da lente.

Para um estudo simples será considerado que o segundo meio é a lente propriamente dita, e que o primeiro e terceiro meios são exatamente iguais, o ar.

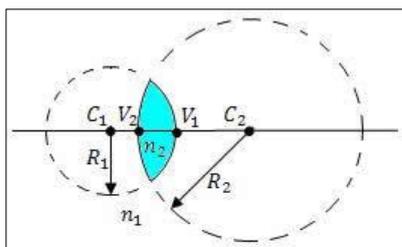
4.5.2 Classificação Das Lentes

Dentre as lentes esféricas que são utilizadas, seis delas são de maior importância no estudo de óptica aplicada à fotografia, são elas: biconvexa, plano-convexa, côncavo-convexa, bicôncava, plano-côncava e convexo-côncava.

4.5.2.1 Lente Biconvexa

É convexa em ambas as faces com a periferia mais fina que a região central (Figura 17);

Figura 17: Lente biconvexa

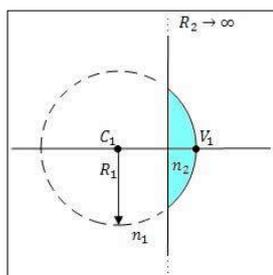


Fonte: CD Física 3 – Física Ensino Médio 3

4.5.2.2 Lente Plano-Convexa

É plana em uma das faces e convexa em outra com a periferia mais fina que a região central (Figura 18);

Figura 18: Lente plano-convexa

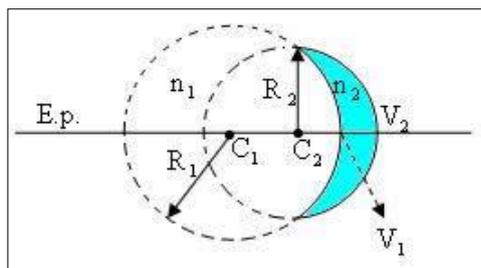


Fonte: CD Física 3 – Física Ensino Médio 3

4.5.2.3 Lente Côncavo-Convexa

Tem uma de suas faces côncava e outra convexa com a periferia mais fina que a região central (Figura 19);

Figura 19: Lente côncavo-convexa

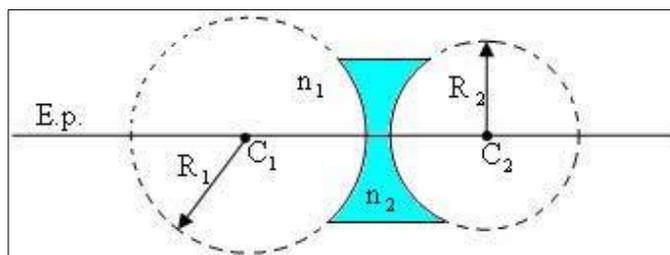


Fonte: CD Física 3 – Física Ensino Médio 3

4.5.2.4 Lente Bicôncava

É côncava em ambas as faces com a periferia mais espessa que a região central (Figura 20);

Figura 20: Lente bicôncava

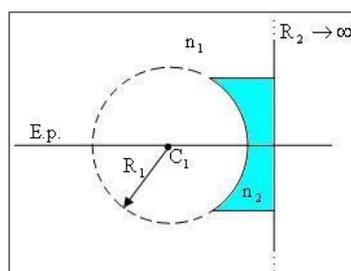


Fonte: CD Física 3 – Física Ensino Médio 3

4.5.2.5 Lente Plano-Côncava

É plana em uma das faces e côncava em outra com a periferia mais espessa que a região central (Figura 21);

Figura 21: Lente plano-côncava

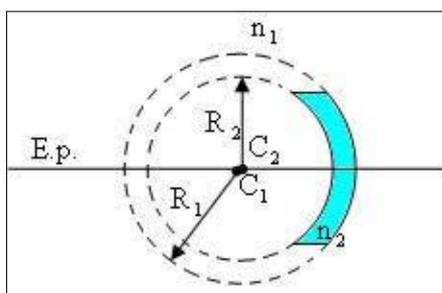


Fonte: CD Física 3 – Física Ensino Médio 3

4.5.2.6 Lente Convexo-Côncava

Tem uma de suas faces convexa e outra côncava com a periferia mais espessa que a região central (Figura 22);

Figura 22: Lente convexo-côncava



Fonte: CD Física 3 – Física Ensino Médio 3

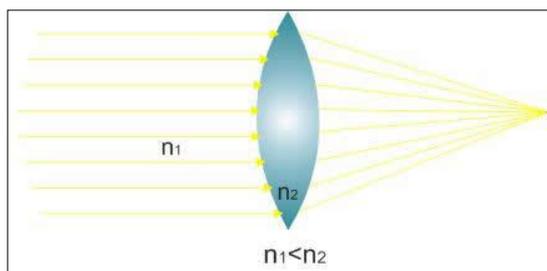
4.5.3 Comportamento Óptico das Lentes Esféricas

O ponto mais importante de classificação das lentes é quanto ao seu comportamento óptico, isto é, conforme ocorrem os raios de luz que incidem sobre ela.

4.5.3.1 Lentes Esféricas Convergentes

Em uma lente esférica com comportamento convergente, a luz que incide paralelamente entre si é refratada, tomando direções que convergem a um único ponto. Tanto lentes de bordas finas como de bordas espessas podem ser convergentes, dependendo do seu índice de refração em relação ao do meio externo. O caso mais comum é o que a lente tem índice de refração maior que o índice de refração do meio externo. (CD Física 3 – Física Ensino Médio 3) Nesse caso, um exemplo de lente com comportamento convergente é o de uma lente biconvexa (com bordas finas) (Figura 23).

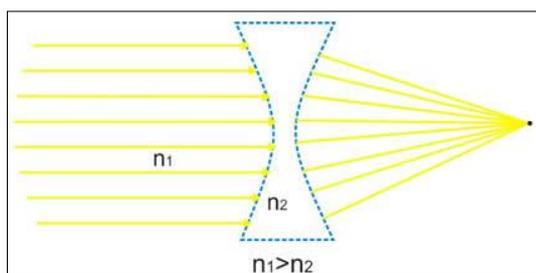
Figura 23: Lente convergente biconvexa



Fonte: CD Física 3 – Física Ensino Médio 3

Já o caso menos comum ocorre quando a lente tem menor índice de refração que o meio. Nesse caso, um exemplo de lente com comportamento convergente é o de uma lente bicôncava (com bordas espessas) (Figura 24):

Figura 24: Lente convergente bicôncava

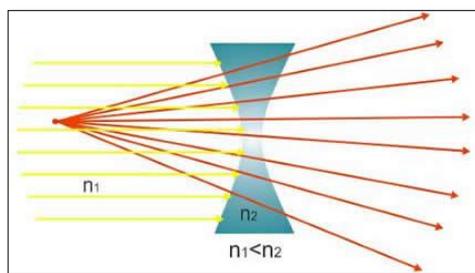


Fonte: CD Física 3 – Física Ensino Médio 3

4.5.3.2 Lentes Esféricas Divergentes

Em uma lente esférica com comportamento divergente, a luz que incide paralelamente entre si é refratada, tomando direções que divergem a partir de um único ponto. Tanto lentes de bordas espessas como de bordas finas podem ser divergentes, dependendo do seu índice de refração em relação ao do meio externo. O caso mais comum é o que a lente tem índice de refração maior que o índice de refração do meio externo. (CD Física 3 – Física Ensino Médio 3) Nesse caso, um exemplo de lente com comportamento divergente é o de uma lente bicôncava (com bordas espessas) (Figura 25).

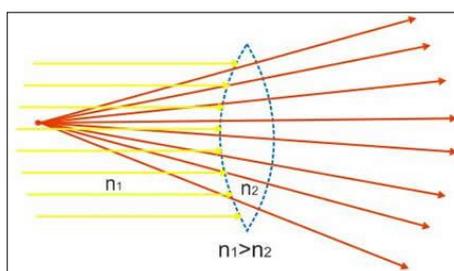
Figura 25: Lente divergente bicôncava



Fonte: CD Física 3 – Física Ensino Médio 3

Já o caso menos comum ocorre quando a lente tem menor índice de refração que o meio. Nesse caso, um exemplo de lente com comportamento divergente é o de uma lente biconvexa (com bordas finas) (Figura 26):

Figura 26: Lente divergente biconvexa

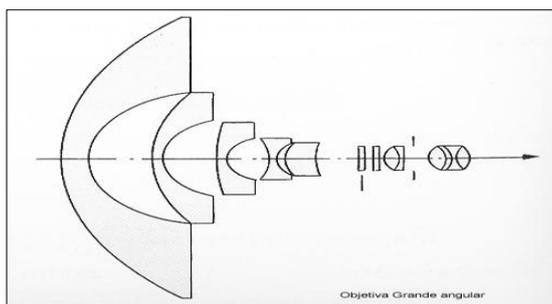


Fonte: CD Física 3 – Física Ensino Médio 3

4.6 AS LENTES NA FOTOGRAFIA

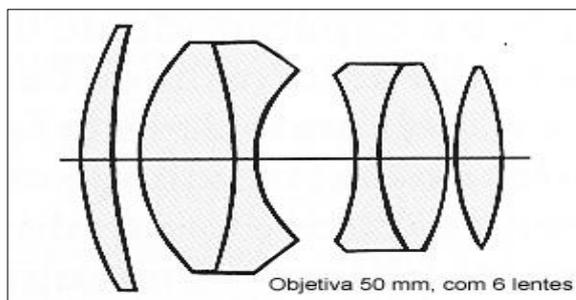
As lentes na fotografia ou objetivas é um dos itens mais importantes da máquina. Através dela a luz entra e gera a imagem no sensor CMOS. A lente precisa estar limpa e em perfeitas condições de uso. Uma sujeirinha de nada pode estragar uma fotografia. As lentes na fotografia se dividem em 3 tipos: grande angular (Figura 27), normal (Figura 28) e teleobjetiva (Figura 29).

Figura 27: Grande angular



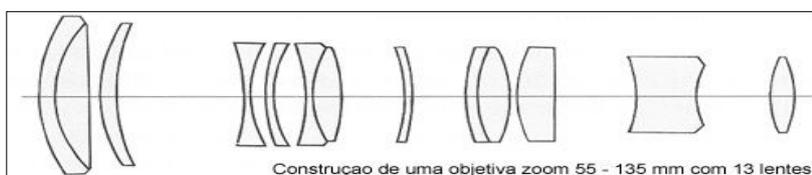
Fonte: Fotografia Dicas

Figura 28: Normal



Fonte: Fotografia Dicas

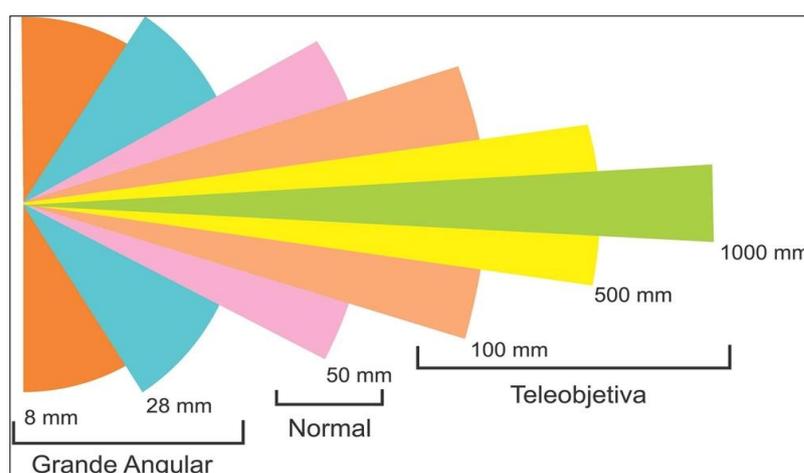
Figura 29: Teleobjetiva



Fonte: Fotografia Dicas

Cada categoria de objetivas na fotografia possui uma distância focal e um ângulo de visão. A distância focal contribui para a profundidade de campo, que é o quanto de foco uma imagem possui. Essa distância é medida do centro da objetiva até o sensor CMOS ou o filme – no caso das analógicas. A distância focal é calculada em milímetros, esse número encontra-se impresso na lente/objetiva, podendo variar entre 50 mm e 200 mm, dentre outros valores (Figura 30).

Figura 30: Distância focal

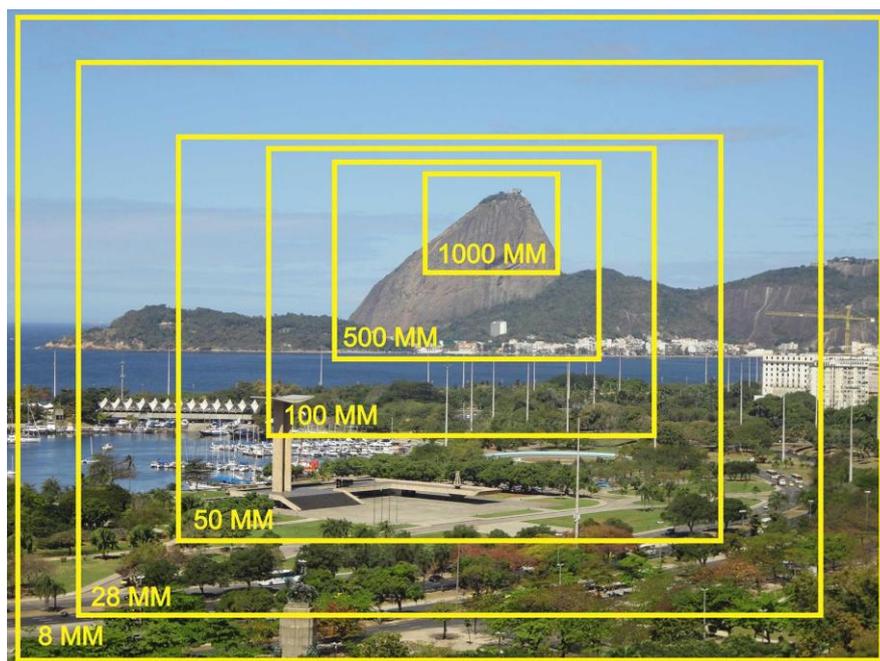


Fonte: Fotografia Dicas

Percebe-se claramente (Figura 30) que a grande angular possui um maior campo de visão – mais aberto, porém uma menor distância focal – mais próximo do observador. Já a teleobjetiva, apresenta um menor campo de visão – mais fechado, porém um maior número de distância focal – mais distante do observador.

No caso de ser uma lente zoom, encontra-se nela impresso também, o maior e o menor ângulo de abertura do diafragma. O campo/ângulo de visão é o quanto aberta ou fechada é a imagem, trazendo mais elementos para a composição ou menos elementos para a composição (Figura 31).

Figura 31: Campo de visão



Fonte: Fotografia Dicas

5 METODOLOGIA

Neste capítulo será exposta a metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho, buscando possibilitar a compreensão da utilização de conceitos estudados em Física, especificamente em óptica, através do uso de equipamentos na fotografia e também para a realização da oficina e análise dos resultados, com o enfoque proposto. Este trabalho foi desenvolvido em uma turma do primeiro semestre do curso de Tecnologia em Fotografia, na disciplina de Introdução à Fotografia, nesta universidade. Inicialmente é apresentado o embasamento teórico pedagógico que sustenta este trabalho.

Para que se tenha sustentação teórica na realização do trabalho, será utilizada a teoria de aprendizagem significativa de Paulo Freire, que teve suas concepções a cerca da educação iniciadas em 1960. Gadotti (apud OSTERMANN, 2010, p.28) afirma que no ano de 1962, Freire juntamente com seu grupo de trabalho, denominado Círculos de Cultura, alfabetizou 300 cortadores de cana em apenas 45 dias, em Angicos – RN. No ano seguinte, o sucesso dessa experiência originou o convite do então presidente João Goulart, para que ele reformulasse o sistema de alfabetização de adultos no Brasil. O projeto beneficiaria 2 milhões de analfabetos, porém, foi interrompido pelo golpe militar de 1964, quando Paulo Freire foi preso e exilado no Chile por 21 anos.

Os Círculos de Cultura não eram estruturados segundo um programa de conteúdos definidos previamente. Os temas eram debatidos e estabelecidos pelo próprio grupo. Ao grupo de educadores não cabia desenvolver o tema, mas sim, orientar os alunos com o intuito de enriquecer os debates e propor temas secundários que impulsionassem o processo educativo.

Ostermann (2010, p.28) afirma que seu livro *Pedagogia do Oprimido* foi escrito em 1966 e publicado em vários idiomas entre 1970 (inglês) e 1981 (hebraico). Apenas em 1974 essa obra pôde ser publicada no Brasil. Nela, defende como objetivo da escola, o fato de ensinar o aluno a ler o mundo para poder transformá-lo. Freire desenvolveu um pensamento pedagógico assumidamente político, onde o objetivo maior da educação é conscientizar o aluno, levando-os a entender sua situação de oprimido e agir em favor da própria libertação. Ele relaciona a aprendizagem e as relações sociais de cada indivíduo, fazendo assim com que o ensino-aprendizagem leve em consideração a realidade sociopolítica de cada aluno.

Segundo ele, a valorização da cultura do aluno é a chave para o processo de conscientização. Criticava a ideia de que ensinar é transmitir saber, porque para ele a missão do professor era possibilitar a criação ou a produção de conhecimentos. Isso implica um

princípio fundamental para Freire: o de que o aluno, alfabetizado ou não, chega à escola levando uma cultura que não é melhor nem pior do que a do professor.

Freire afirma que se deve extinguir o ensino do tipo caixa bancário, onde apenas deposita-se o conhecimento na cabeça do aluno, anulando ou minimizando o poder de criação do mesmo. Para Freire:

...o professor deve ser o mediador; a interação social é fundamental; os conteúdos são importantes, mas mais importante do que eles é a significação, a aprendizagem significativa desses conteúdos; o conhecimento prévio é o ponto de partida; as situações de ensino devem fazer sentido para o aluno; os significados devem ser construídos significativamente. (apud MOREIRA, 2011, p. 156.)

Paulo Freire propõe uma abordagem dialógica e problematizadora, onde o aluno deve ser autônomo e construir seu próprio conhecimento a partir de discussões e análise sobre um determinado tema. Neste processo de ensino aprendizagem, parte-se de um tema gerador, a partir do qual serão relacionadas palavras geradoras associadas ao mesmo. Ao longo do surgimento de ideias sobre estas palavras geradoras, segue-se a análise a partir do que os alunos trazem para discussão. Segundo Paulo Freire:

Na educação dialógica, estudar requer apropriação da significação dos conteúdos, a busca de relações entre os conteúdos e entre eles e aspectos históricos, sociais e culturais do conhecimento. Requer também que o educando se assuma como sujeito do ato de estudar e adote uma postura crítica e sistemática. (apud MOREIRA, 2011, p. 153.)

O fato de que a Física é considerada pela sociedade em geral, uma disciplina complexa, difícil de ser compreendida e com muitas equações e cálculos, se dá por não se perceber que a mesma encontra-se presente no cotidiano através de fenômenos físicos e conceitos aplicados, muitas vezes de forma automática e involuntária. Aproximar os conteúdos da Física ao dia-a-dia e também trazer as situações encontradas e vividas fora da sala de aula, para dentro deste espaço é fundamental para desfazer esta visão. Buscando construir um elo de ligação entre o aprendizado em sala de aula e a vivência do cotidiano, busca-se apoio nas ideias de Paulo Freire, pois de acordo com o mesmo, o aluno somente aprende aquilo que lhe é significativo.

Seguindo estes pensamentos, na prática da docência em Física, faz-se necessária a utilização de materiais, instrumentos e dispositivos que experimentalmente contribuam para que o aluno torne-se agente ativo, juntamente com o professor, na construção do próprio conhecimento e não apenas um espectador na sala de aula. O professor assume a função de

instigar o aluno ao “aprender a aprender”, orientando-o para o pensamento, discussão, análise, questionamentos e conclusão de conceitos, a partir das ideias surgidas ao longo do diálogo iniciado com o tema gerador. Já o aluno deverá tornar-se sujeito nesse processo, um questionador, um investigador, deverá ter raciocínio lógico, capacidade produtiva, criatividade, adquirir autonomia para ler e refletir criticamente ao aprender a produzir o conhecimento através das análises e discussões, assim como do manuseio dos materiais utilizados, sempre acompanhado das inserções realizadas pelo professor para que se sinta motivado a desenvolver esta construção.

5.1 ESTRUTURA DA OFICINA

Inicialmente é apresentado o contexto em que a oficina foi realizada, em seguida é colocado o material didático e a estrutura utilizada, bem como a maneira pela qual foram analisados os resultados obtidos na realização da mesma.

Todo o trabalho desenvolvido foi aplicado na Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, na cidade de São Leopoldo – RS, em uma turma do primeiro semestre do curso de Tecnologia em Fotografia, na disciplina de Introdução à Fotografia, composta por 25 alunos, em 27 de março do ano corrente.

Para a realização da oficina de aprendizagem, neste caso, uma abordagem sobre aspectos físicos na fotografia, ocorreu um encontro de três horas, onde foram empregados alguns recursos de ensino, embasados no ensino dialógico de Paulo Freire, para que se alcançasse uma real construção da aprendizagem.

Inicialmente foi entregue o Questionário I (Anexo A) aos alunos, abordando as possíveis relações existentes entre luz, visão e lente, assim como lentes convergentes e divergentes, e também objetiva fotográfica. Esta metodologia tem o intuito de ir ao encontro do que Freire afirma – utilizar palavras geradoras buscando descobrir o conhecimento que os alunos já possuem sobre estes temas, pois segundo ele, os alunos trazem para a sala de aula um conhecimento próprio, não necessariamente igual ao do professor. Durante este momento alguns alunos fizeram comentários voluntários sobre as questões, como por exemplo, “*Posso jogar a moedinha ou é melhor deixar em branco?*”, demonstrando não saber as respostas.

Na sequência, utilizando os mesmos temas abordados no questionário, foi feita uma apresentação (Figura 32), onde foram utilizados os equipamento multimídia existentes na sala de aula, compostos por computador, caixa de som e projetor com o propósito de mostrar o conteúdo que foi discutido e analisado de forma dialógica e construtiva, analisando tais

relações, as diferenças entre lentes convergentes e divergentes e ainda a comparação entre olho humano e câmera fotográfica no que diz respeito à formação da imagem, abrindo-se espaço para discutir os itens relatados evoluindo então na direção do conceito físico de cada palavra geradora. A escolha por esta metodologia tem embasamento na teoria significativa de Paulo Freire, que coloca o conhecimento prévio do aluno como ponto de partida para o processo de construção do conhecimento, dando assim um maior significado para a aprendizagem. Esta postura apresenta-se contrária à educação bancária, onde apenas se apresenta os conceitos aos alunos, sem permitir que desenvolvam a criatividade e a criticidade do pensamento para a construção do próprio conhecimento.

Figura 32: Apresentação



Fonte: Registro de imagem feito pela Professora Beatriz Sallet, titular da turma onde a oficina foi realizada.

Em seguida, o momento foi destinado ao manuseio de instrumentos ópticos (Figura 33), onde os alunos foram convidados a interagir na utilização do material descrito abaixo. Os objetivos desta prática envolvem a observação e análise da refração dos raios luminosos a partir da luz incidente, convergindo para um único ponto ou divergindo para diferentes direções; assim como a obtenção de diferentes resultados de formação da imagem no olho e sua equivalente correção, analogamente ao que ocorre no manuseio da objetiva (conjunto de lentes) utilizada na fotografia, observando os itens discutidos e analisados anteriormente.

Figura 33: Manuseio de materiais ópticos e objetivas



Fonte: Registro de imagem feito pela Professora Beatriz Sallet, titular da turma onde a oficina foi realizada.

Para a realização desta prática, a universidade disponibilizou os materiais didáticos necessários – Conjunto de óptica compacto R11 (Azeheb), composto por um conjunto de lentes diversas, fonte de luz e anteparo – necessários para a efetiva realização das propostas indicadas neste trabalho, existentes no laboratório do curso de Física (Figura 34). Considerando o fato de que a universidade dispõe de um único conjunto óptico especificado acima, esta prática foi realizada com os alunos se revezando no manuseio do material proposto para estudo.

Figura 34: Conjunto de óptica compacto R11



Fonte: Azeheb

Neste momento, também foram utilizados os materiais existentes no laboratório do curso de Fotografia, tais como: objetivas diversas (conjuntos de lentes móveis com diferentes especificações) e corpo de máquina (Figura 35).

Figura 35: Objetivas e corpo de máquina



Fonte: Elaborada pela autora

A intenção na utilização deste material foi de que os alunos percebessem a analogia existente entre as objetivas e as associações feitas com o material óptico citado acima, na formação da imagem no olho e na máquina fotográfica, objetivando mostrar de forma lúdica, a relação existente entre os aspectos físicos que compõem o currículo escolar nos anos finais do ensino básico regular e suas aplicações na fotografia, abordando os itens pesquisados neste trabalho.

Para concluir a oficina, foi entregue o Questionário II (Anexo B) aos alunos, composto por questões similares às existentes no primeiro questionário, a fim de comparar as respostas dadas por eles antes e depois da realização da oficina.

O resultado deste trabalho foi avaliado de forma quantitativa e qualitativa em termos de comparação quanto às respostas dos alunos aos dois questionários, considerando as práticas e análises desenvolvidas pelos mesmos em relação ao tema, para avaliar se houve evolução do conhecimento no processo de aprendizagem, com a intenção de ponderar o possível enriquecimento de compreensão dos conceitos tratados neste trabalho.

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo tem como foco a discussão dos resultados obtidos nas aplicações do Questionário I que será analisado quantitativamente, assim como do Questionário II que será analisado qualitativamente.

6.1 QUESTIONÁRIO I

No primeiro momento da aula foi aplicado o Questionário I, composto por quatro questões, onde foi possível identificar os itens nos quais os alunos já possuíam algum conhecimento prévio sobre o mesmo, assim como, aqueles onde a maioria não tinha conhecimento algum. Todos os itens abordados no questionário tem relação direta ou indireta com o tema específico do trabalho, as lentes.

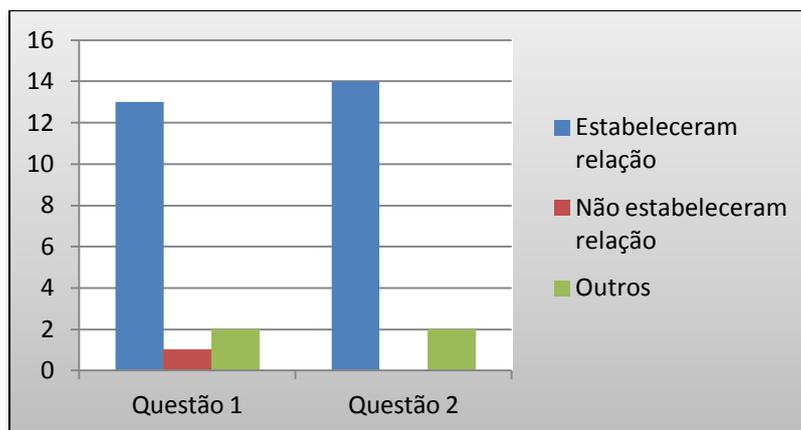
A seguir serão feitas análises de cada uma das questões, considerando o total de 16 alunos avaliados, que responderam aos dois questionários.

6.1.1 Primeira e segunda questões

As duas primeiras questões abordaram a possível relação entre luz e visão e também, a possível relação entre luz e lentes, pois ambas tinham o intuito de verificar se os alunos apresentavam uma noção mínima destas relações, visto que, a compreensão das mesmas é essencial para o entendimento do funcionamento das lentes propriamente ditas.

Nestas questões, cerca de 90% dos alunos apresentaram bom entendimento tanto da relação entre luz e visão, quanto da relação entre luz e lentes, apesar de não utilizarem termos fisicamente corretos na elaboração de suas respostas (Figura 36).

Figura 36: Análise das questões 1 e 2



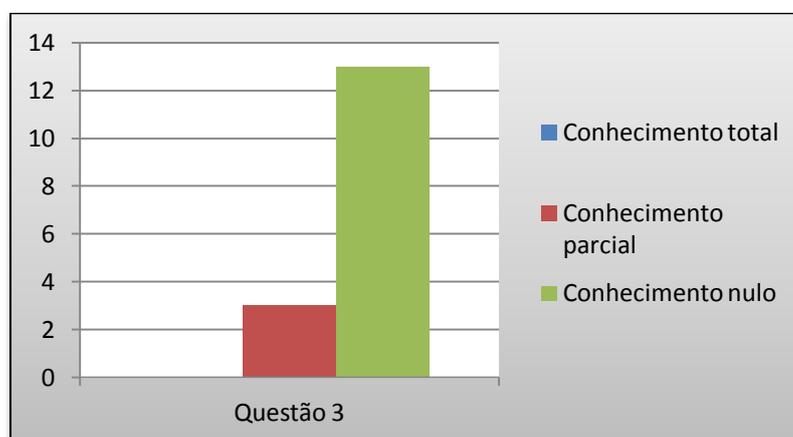
Fonte: Elaborada pela autora

6.1.2 Terceira questão

A terceira questão abordou o conteúdo específico sobre lentes convergentes e lentes divergentes, e teve o objetivo de verificar se os alunos apresentavam algum conhecimento prévio sobre as mesmas, considerando que este conteúdo integra a grade curricular do Ensino Médio, na Educação Básica Regular.

Neste caso, pouco mais de 80% dos alunos mostraram não ter noção alguma sobre os conceitos de lentes convergentes e divergentes, apresentando respostas alheias e confusas ou ainda, afirmando não ter conhecimento algum sobre o assunto. Os poucos alunos que mostraram alguma noção em suas respostas, não conseguiram usar os termos fisicamente apropriados para a elaboração das mesmas (Figura 37).

Figura 37: Análise da questão 3



Fonte: Elaborada pela autora

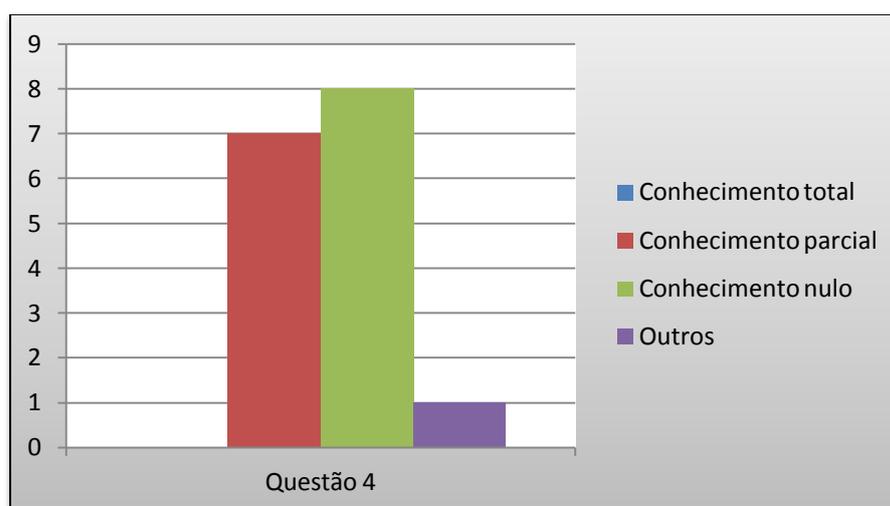
6.1.3 Quarta questão

A quarta questão abordou um elemento específico em fotografia – a objetiva, com a finalidade de analisar se os alunos apresentavam algum conhecimento de como se constitui o referido conjunto de lentes.

Nesta situação, em torno de metade dos alunos afirmaram já ter visto uma objetiva internamente, porém não explicaram sua constituição ou ainda, tentaram, porém não souberam explicar como se dá a constituição da mesma.

Praticamente a outra metade afirmou nunca ter visto uma objetiva internamente e ao tentar explicar sua ideia de constituição, mostrou não ter noção alguma sobre a mesma, fazendo confusão entre termos, ferramentas e elementos que compõem uma câmera fotográfica. Alguns alunos apresentaram respostas aleatórias (Figura 38).

Figura 38: Análise da questão 4



Fonte: Elaborada pela autora

6.2 QUESTIONÁRIO II

No terceiro momento da aula, após a apresentação e análise realizada em conjunto com os alunos, sobre conhecimentos de suporte (visão, luz, olho humano), e também conhecimentos específicos (lentes esféricas, comportamento ótico convergente e divergente, comparação entre a formação da imagem no olho humano e na câmera fotográfica, e ainda, objetivas e suas indicações de uso), foi aplicado o Questionário II.

Este segundo questionário também composto pelas quatro questões contidas no primeiro, porém formuladas com algumas alterações, foi acrescido de uma única questão abordando a utilização de uma objetiva específica (70–300 mm), com o intuito de confirmar o entendimento dos alunos sobre a aplicação das mesmas.

Neste caso a análise foi feita de forma qualitativa e observou-se uma significativa evolução nas respostas dos alunos, tanto nas questões de conhecimentos de suporte quanto nas questões de conhecimentos específicos, pois a grande maioria dos alunos apresentou respostas coerentes com os temas tratados e discutidos.

Apesar de alguns alunos apresentarem ainda certa dificuldade ou confusão na utilização dos termos físicos de forma correta, ao elaborarem suas respostas, considera-se que o objetivo proposto com a oficina foi atingido. Atribui-se essa dificuldade ou confusão na forma dos alunos se expressarem ao fato de não estarem comumente familiarizados com os termos apresentados e ainda, por ter sido apenas uma única aula. As respostas a seguir demonstram os resultados analisados.

- Questão 1

Alunos	Questionário I <i>“Na sua opinião, é possível estabelecer relação entre luz e visão?”</i>	Questionário II <i>“Qual a relação entre luz e visão?”</i>
A	“Sim, mas não sei qual.”	“A luz é detectada pela visão, formando a imagem em nossos cérebros.”
B	“Em comparação a lente/olho humano, imagino que não, pois elas identificam a luz de maneira diferente.”	“A luz viaja pelos olhos, para que assim o cérebro processe a informação e crie a imagem.”
C	“Acredito que sim, porém a luz do ambiente pode ser diferente vista a olho nu e vista por uma lente fotográfica.”	“Enxergamos apenas luz. O cérebro que faz o reconhecimento da imagem.”
D	“Sim.”	“Precisamos da luz para

		vermos, nossos olhos captam a luz e o cérebro interpreta.”
--	--	--

- Questão 2

Alunos	Questionário I <i>“Na sua opinião, é possível estabelecer relação entre luz e lentes?”</i>	Questionário II <i>“Qual a relação entre luz e lentes?”</i>
A	“Sim.”	“É basicamente a mesma relação entre luz e visão dependemos das ondas magnéticas para formar nossa visão e isso acontece na lente.”
B	“Sim. Entre sua abertura e capacidade de obturação”	“A luz não muda. Porém a lente é capaz de direciná-la.”
C	“Acho que sim.”	“O tipo de lente muda a “posição” da luz.”
D	“Sim.”	“A lente funciona como nossos olhos, direcionando os raios de luz para a câmara capturar de acordo com o que queremos.”

- Questão 3

Alunos	Questionário I <i>“Na sua opinião, o que significa dizer que uma lente é convergente ou divergente?”</i>	Questionário II <i>“O que é lente convergente e divergente?”</i>

A	“Nada, pois não entendo disso.”	“Convergente é quando a luz converge para a mesma direção, e divergente a luz vai para diferentes ângulos.”
B	“Que converge ou diverge a luz.”	“A lente convergente converge a luz em somente um ponto, a divergente faz o oposto, diverge a luz para diferentes pontos.”
C	“Não sei.”	“Convergente a luz é direcionada para o mesmo ponto. Divergente elas se distanciam”
D	“Uma absorve luz e outra expede mais luz através da lente.”	“Lente convergente é a que une todas as luzes e a divergente separa todas elas.”

- Questão 4

	Questionário I	Questionário II
Alunos	<i>“Já visualizou uma objetiva internamente? Caso não, qual a ideia de constituição da mesma?”</i>	<i>“Como se constitui uma objetiva?”</i>
A	“Não. Não sei.”	“Se constitui na junção de diversas lentes, possibilitando uma ou mais distâncias focais.”
B	“Penso que seja algo muito complexo.”	“Por diversas lentes dentro dela, todas com uma mesma função mas que funcionam diferentes umas

		das outras, convergindo ou divergindo luz.”
C	“Não sei o que é uma objetiva internamente.”	“Se constitui por um conjunto de lentes diferentes uma em frente da outra.”
D	“Ainda não. Lentes. Espelhos de visão. Monitor. Configuração programada da câmera.”	“Composta de diversas lentes.”

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na turma de fotografia em que a oficina foi realizada, conceitos iniciais de óptica foram discutidos e trabalhados com os alunos, utilizando-se, para tal, o banco óptico da Azheb, com o intuito de permitir que eles fizessem analogias dos conceitos de Física básica com suas aplicações na fotografia. Os questionários aplicados, antes e após a oficina, permitiram que algumas conclusões fossem tiradas, a citar, a falta de conhecimentos básicos de óptica que deveriam ter sido estudados no ensino médio e que pode ser um elemento dificultador da compreensão mais profunda dos conceitos específicos de fotografia. Outro elemento que pode ser citado, a partir dos questionários, é que após a realização de todas as atividades propostas na oficina, os alunos compreenderam suficientemente os conceitos básicos de óptica, conseguindo relacioná-los com as teorias básicas da fotografia e das câmeras fotográficas, com uma ressalva: apresentavam certa dificuldade em expressar corretamente os termos físicos, apesar de estarem pensando corretamente, o que vem ao encontro da aprendizagem significativa abordada por Paulo Freire e aplicada neste trabalho. Uma possível razão para este fato é devido ao pouco tempo que se dispunha para trabalhar a oficina com os alunos. A disponibilidade de mais tempo em sala de aula com estes alunos, na aplicação da oficina, certamente permitiria um desenvolvimento mais substancial dos conceitos básicos de óptica aplicados à fotografia. O presente trabalho pode permitir, também, a abertura de uma nova frente de ação, em que os cursos de Física e Fotografia poderão trabalhar em conjunto para uma parceria que vise a aplicação de novas oficinas de óptica experimental em várias atividades acadêmicas em que tais conceitos sejam de grande e necessária importância.

REFERÊNCIAS

- HECHT, Eugene. **Óptica**. 2ª.ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2002. 791 p.
- MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem**. 2ª.ed. São Paulo: EPU, 2011. 247 p.
- MOREIRA, Vinícius de Araújo. **Iluminação e Fotometria – Teoria e Aplicação**. 2ª.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1982. 196p.
- MACEDO, Horácio. **Dicionário de Física – Ilustrado**. 1ª.ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1976. 372 p.
- OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, Cláudio J. de H. **Teorias de Aprendizagem**. 1ª ed. Porto Alegre: UFRGS, 2010. 40p.
- FOLTS, James A.; LOVEL, Ronald P.; ZWAHLEN JR, Fred C. **Manual de Fotografia**. 1ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 412p.
- ARTUSO, Alysson R.; WRUBLEWSKI, Marlon. **Física**. 1ª.ed. Curitiba: Positivo, 2013. 448p.
- ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO DOS ELEMENTOS QUÍMICOS. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/quimica/espectro-eletromagnetico-dos-elementos-quimicos.htm>> Acesso em: 11 out. 2015.
- ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO. Disponível em: <<http://stoa.usp.br/rafaelrubim/weblog/98168.html>> Acesso em: 12 jun. 2018.
- O DISCO DE CORES. Disponível em: < <http://imasters.com.br/artigo/3617/teoria-do-design/o-disco-de-cores>> Acesso em: 12 out. 2015.
- O OLHO. Disponível em: <<http://www.novacon.com.br/basean1.htm>> Acesso em: 13 out. 2015.
- ENTENDENDO A FOTOGRAFIA E A CÂMERA FOTOGRÁFICA. Disponível em: < <http://moimagem.com.br/2011/dicas-de-fotografia/entendendo-a-fotografia-e-a-camera-fotografica/>> Acesso em: 13 out. 2015.
- TECNOLOGIA: CÂMERA COM OLHO HUMANO. Disponível em: < <http://www.blogdozebrao.com.br/v1/2013/09/08/tecnologia-camera-com-olho-humano/>> Acesso em: 13 out. 2015.
- FORMAÇÃO DA IMAGEM NO OLHO HUMANO. COMO FUNCIONA NOSSA VISÃO. Disponível em: < <http://www.asaudeempauta.com/2012/06/formacao-da-imagem-no-olho-humano-como.html>> Acesso em: 13 out. 2015.

COMO VER CORES EM NEBULOSAS E OUTROS OBJETOS. Disponível em: <<http://armazemdotelescopio.com.br/loja/index.php/artigos/21-conteudo-astronomia-iniciantes/225-como-ver-cores-em-nebulosas-e-outros-objetos>> Acesso em : 13 out. 2015.

A ANATOMIA DO OLHO HUMANO. Disponível em: <<https://pt.dreamstime.com/imagens-de-stock-anatomia-do-olho-humano-retina-detalhou-ilustra%C3%A7%C3%A3o-image37535344>> Acesso em: 12 jun. 2018.

LENTE NA FOTOGRAFIA. Disponível em: <<https://fotografiadicas.com.br/lentes-na-fotografia/>> Acesso em: 25 mar. 2018.

BRASIL, Ministério da Educação: MEC, Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: Secretaria da Educação Básica, 2006. 135 p.

CD FÍSICA 3 – Física Ensino Médio

PRODUTOS DE FÍSICA. Disponível em: <<http://azeheb.com.br/>> Acesso em: 02 nov. 2015.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 11^a.ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. 744 p.

REFLEXÃO ESPECULAR E DIFUSA. Disponível em: <<http://www.pontociencia.org.br/galeria/?content%2FFisica%2FOptica%2FReflexao+especular+e+difusa.jpg>> Acesso em: 15 jul. 2018.

FENÔMENOS ONDULATÓRIOS. Disponível em: <<http://renataquartieri.com/vestibular-2/exercicios/fenomenos-ondulatorios/>> Acesso em: 15 jul. 2018.

GUIA DE GUERRA SUBMARINA. Disponível em: <<http://www.angelfire.com/space/portoseguro/GAS/concbas.htm>> Acesso em: 15 jul. 2018.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO I

1) Na sua opinião, é possível estabelecer relação entre luz e visão?

2) Na sua opinião, é possível estabelecer relação entre luz e lentes?

3) Na sua opinião, o que significa dizer que uma lente é convergente ou divergente?

4) Já visualizou uma objetiva internamente? Caso não, qual a ideia de constituição da mesma?

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO II

1) Qual a relação entre luz e visão?

2) Qual a relação entre luz e lentes?

3) O que é lente convergente e divergente?

4) Como se constitui uma objetiva?

5) O que você entende por uma objetiva 70-300mm? Para quais situações é indicada?
