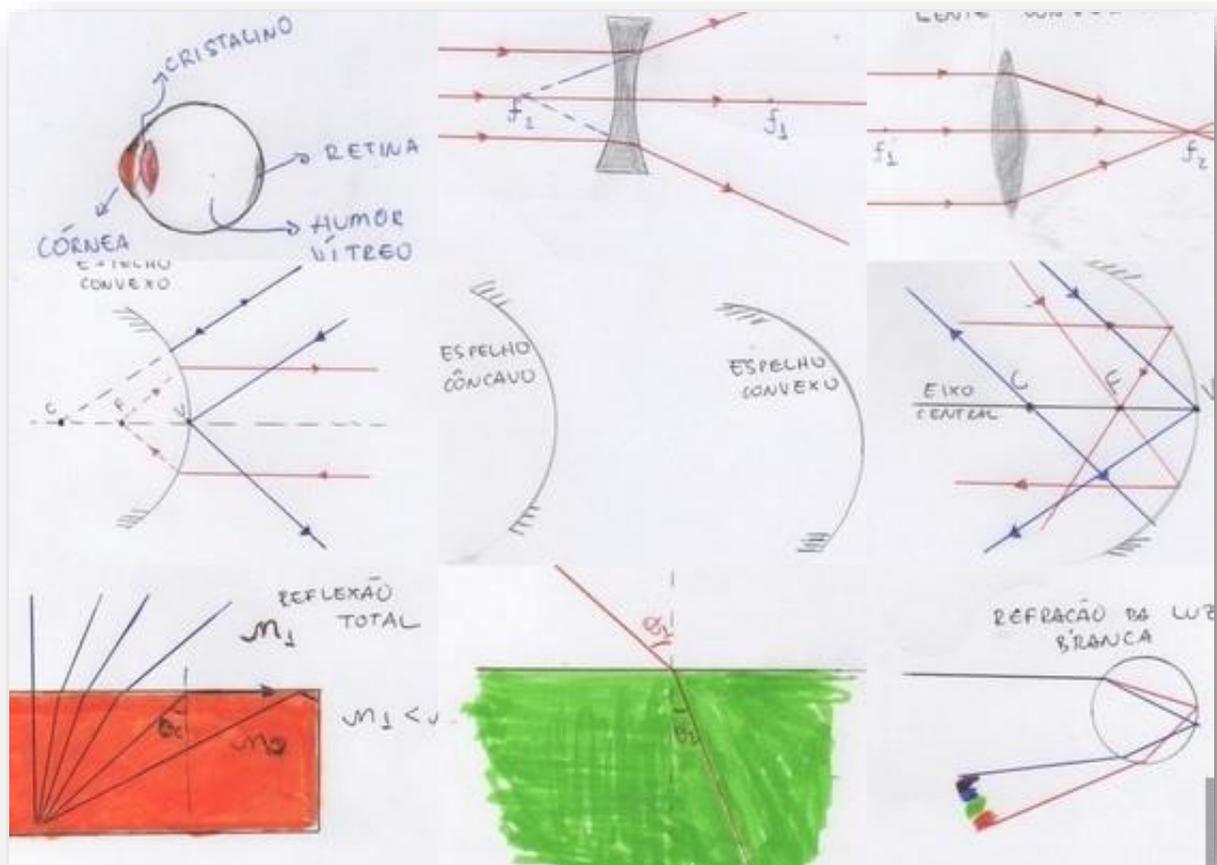


ROGÉRIO DOS SANTOS CARDOSO

JERIAS ALVES BATISTA

KARLA CRISTINA SILVA SOUSA

ÓPTICA GEOMÉTRICA E A VISÃO DO OLHO HUMANO



APRESENTAÇÃO

Caro professor, este trabalho é fruto do esforço para envolver estudantes numa jornada em busca de uma aprendizagem que seja significativa e ao mesmo tempo crítica (MOREIRA, 2005, p 13), que alie o saber teórico à prática experimental simples relacionada à Óptica Geométrica. Por saber que cada turma para as quais você leciona apresenta um perfil distinto de saberes e competências desenvolvidas e a desenvolver, a sequência didática aqui proposta pode ser adequada para cada tipo de público com o qual será aplicada.

Sua construção se deu sob a ótica de um professor que leciona as disciplinas de Ciências no Ensino Fundamental e Física no Ensino Médio para estudantes da rede pública e preparatório para ENEM/Vestibular voltado a estudantes de origem popular que estudem em escolas públicas, e que busca diuturnamente diferentes estratégias de ensino a fim de tornar a aprendizagem dos estudantes mais rica de conceitos, significados e com a capacidade de refletir e entender as aplicações do conhecimentos adquiridos no mundo a sua volta.

A construção desse trabalho teve por base: *i* - Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel que classifica aprendizagem como sendo a organização de conhecimento e sua integração na estrutura cognitiva do aprendiz. Novos conhecimentos que então para serem apreendidos precisam dos pontos de ancoragem, mas quando um novo conhecimento interage com o ponto de ancoragem, o ancoradouro também sofre um processo de mudança, a fim de se adequar ao novo conjunto de informações adquiridas; *ii* – Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud que consiste em perceber filiações e rupturas entre o conhecimento do estudante a partir do conteúdo formal o que permite a formulação de metodologias que aproximem o conteúdo abordado a situações de aprendizagem que facilitem a compreensão dos estudantes; *iii* – Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica que visa preparar o estudante para a vivência em um mundo altamente mutável, por meio da contínua reflexão e adaptação nesse ambiente, e que ao mesmo tempo lance um olhar crítico sobre todas as demandas, informações e situações que lhe cercam.

Ao longo deste trabalho, o autor sugere alguns sites que podem servir de apoio ao estudo dos discentes, bem como ferramenta de consulta do professor. A fim de evitar o uso de endereços complexos nos caminhos dos sites, fizemos o uso frequente de QR Code's, que tornam bastante simples a busca dos sites sugeridos pelo autor, bastando apenas o uso de aplicativos que façam a decodificação. Este trabalho traz, também, sugestões de matérias, documentários e *sites* que mostram a aplicação dos conteúdos relacionados à Óptica Geométrica e a visão do olho humano, com intuito de tornar o contato com o conteúdo

abordado ainda mais significativo.

Esperamos que este trabalho auxilie outros professores no processo de elaboração de atividades que sejam potencialmente significativas para os estudantes, lhes permitido a compreensão clara sobre os temas abordados, incentivando a ação reflexiva e promovendo a mudança de práticas que sejam prejudiciais para si ou para outros.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	A ÓPTICA GEOMÉTRICA	5
2.1	Conceitos iniciais para o estudo da óptica geométrica	5
2.3	Reflexão e refração da luz	8
2.3.1	Reflexão Total	12
2.3.2	A Formação de Imagens	13
2.3.3	Espelhos Planos e Esféricos	13
2.3.4	Refração em Interfaces Esféricas	18
2.3.5	Lentes	18
2.4	O Olho Humano	20
2.4.1	Defeitos da Visão	21
2.4.1.1	Miopia	21
2.4.1.2	Hipermetropia	23
2.4.1.3	Presbiopia	23
3	A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	24
3.1	Primeiro encontro	24
3.2	Segundo encontro	30
3.3	Terceiro encontro	36
3.4	Quarto encontro	42
3.5	Quinto encontro	50
3.6	Sexto encontro	51
3.7	Sétimo Encontro	57
3.8	Oitavo encontro	57
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
	REFERÊNCIAS	59
	APÊNDICES	63

1 INTRODUÇÃO

A sociedade atual vive imersa num mundo de informações, sendo que boa parte desta chega até nós por meio da visão. A visão é o sentido mais enfatizado na revolução tecnológica que estamos presenciando. Onde quer que estejamos, somos bombardeados por imagens que buscam ater nossa atenção. Vemos e vivemos num mundo híbrido, em que vivenciamos a realidade e a hiper-realidade meio de telas de TV, cinema e *smartphones*.

Esta sequência didática foi organizada pensando-se na relevância da Óptica Geométrica para a compreensão do mundo que nos cerca, e na percepção de que o ensino deste conteúdo pode ser feito por meio de uma abordagem teórica e atividades práticas, que permitam ao estudante a compreensão de como ocorre a aplicação dos conhecimentos teóricos nas tecnologias que nos rodeiam. Ao longo deste trabalho, buscamos o envolvimento motivacional e emocional dos estudantes, de modo a tornar a aprendizagem significativa e crítica, no sentido de entender que os modelos abordados já apresentam novas formulações. No Apêndice B temos um questionário que visa traçar um perfil dos estudantes com os quais é desenvolvida a sequência didática.

A Óptica Geométrica (OG) é relevante em nosso cotidiano, pois explica como as imagens são formadas nos espelhos, a formação de miragens em estradas, e as distorções nas posições dos objetos quando olhados através de um meio transparente, como a água ou o ar atmosférico. A compreensão de como o olho humano funciona e os principais problemas associados à visão são relevantes para os estudantes, pois o conhecimento evita o *bullying*, prática muito comum contra estudantes que usam óculos, e o estudante passa a entender o perigo que é a prática de comprar óculos sem receita do profissional qualificado.

Neste sentido, este trabalho propõe demonstrar como abordar os conteúdos da Óptica Geométrica – parte da Óptica que estuda as propriedades geométricas da propagação da luz, mas que apresenta limitações quando se estuda a luz como uma onda – utilizando o celular e a fotografia como instrumentos para a aprendizagem significativa crítica, evidenciando os fenômenos ópticos e reproduzindo alguns problemas de visão sem a necessidade de tratamentos especiais, ou uso de aplicativos para produção desses problemas.

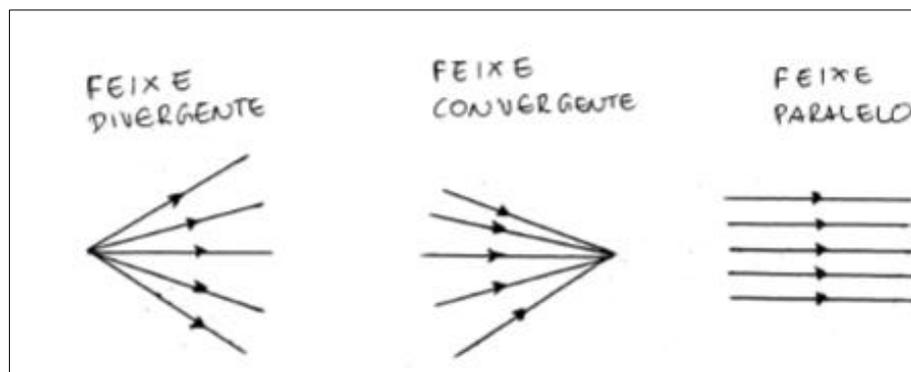
2 A ÓPTICA GEOMÉTRICA

2.1 Conceitos iniciais para o estudo da óptica geométrica

Raio de luz: são linhas orientadas que representam graficamente a luz em sua direção e sentido de propagação.

Feixe de luz: é um conjunto de raios de luz. O feixe de luz pode ser classificado como convergente, divergente e paralelo, conforme ilustrado na Figura 1.

FIGURA 011 - Tipos de feixe de luz.



Fonte: O Autor (2019).

Corpo luminoso e corpo iluminado (fonte primária e fonte secundária): são corpos que emitem luz e corpos que a recebem a luz, respectivamente.

Exemplo:

- Corpos luminosos: Estrelas, vela acesa, lâmpadas quando acessas, vagalumes quando brilham, bactérias e fungos bioluminescentes quando em atividade, etc.

Estes corpos emitem energia luminosa a partir da transformação de outras formas de energia.

- **Corpos iluminados:** você, sua roupa, as paredes da sala, nossas casas, e quase tudo que nos cerca. Estes corpos só emitem luz se forem iluminados primeiro. Assim, a energia luminosa que eles emitem é proveniente de energia luminosa que eles recebem.

Fonte pontual (ou puntiforme) e fonte extensa: uma fonte luminosa é considerada pontual quando seu tamanho é muito menor do que o corpo iluminado ou muito menor do que a distância entre ela e o corpo iluminado. Caso contrário a fonte luminosa é denominada de fonte extensa.

Monocromática e policromática: se a luz apresenta apenas uma cor ela é denominada de monocromática, como a luz do *lazer*. Se a luz apresentar mais de uma cor ela é denominada de luz policromática.

Meios transparente, translúcido e opaco: se conseguimos olhar através de um material e o objeto que estou observando não perde nitidez, o material será transparente. Isto significa que a luz praticamente não muda a direção de propagação quando atravessa o material. Se a imagem do objeto que estou observando perder nitidez, o material pelo qual a luz está passando será chamado de translúcido. Isto significa que a luz sofre muitos desvios ao atravessar o material, e por isso a imagem do corpo não fica bem definida. Se a luz não atravessa o material este é denominado material opaco. A Figura 2 ilustra este fato.

FIGURA 022 - Meios de propagação da luz.



Fonte: O Autor (2019)

2.2 Princípios básicos

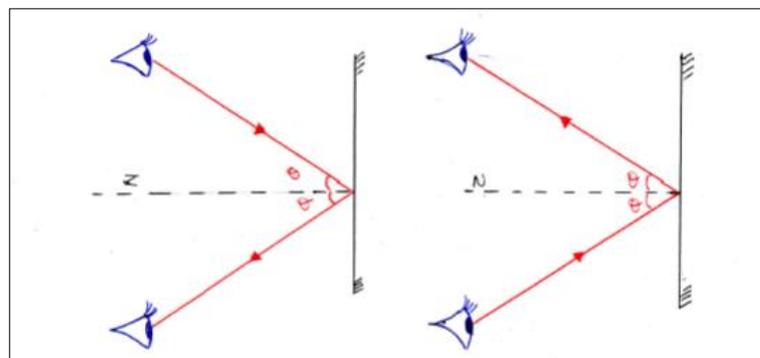
2.2.1 A propagação retilínea da luz

Em meios homogêneos, como o ar, ou vácuo, ou materiais transparentes que apresentem as mesmas propriedades em todos os pontos deste, a luz sempre se propagará em linha reta. Um exemplo perceptível ocorre com o surgimento da sombra de objetos opacos colocados em frente a uma fonte de luz puntiforme, uma vez que a luz não consegue mudar o seu sentido de propagação. Semelhantemente, a propagação linear da luz por ser observada na formação de imagens invertidas em câmaras escuras e no fundo do olho humano. O princípio da propagação da luz em linha reta é válido somente na escala de nossa visão. Existem efeitos gerados pela luz que estão associados ao fato de ela também ser considerada uma onda (polarização, difração, interferência construtiva e destrutiva).

2.2.2 Princípio da reversibilidade

A trajetória seguida pela luz não depende do sentido do percurso. Se a luz percorre um caminho de um ponto A até um ponto B ela irá percorrer o mesmo caminho se tivesse que sair do ponto B para o ponto A. Um exemplo cotidiano em que esse princípio é perceptível ocorre quando o passageiro e motorista olham pelo retrovisor interno do automóvel ao mesmo tempo e se percebem mutuamente. Este evento está ilustrado na Figura 3.

FIGURA 03 - Princípio da reversibilidade da luz.

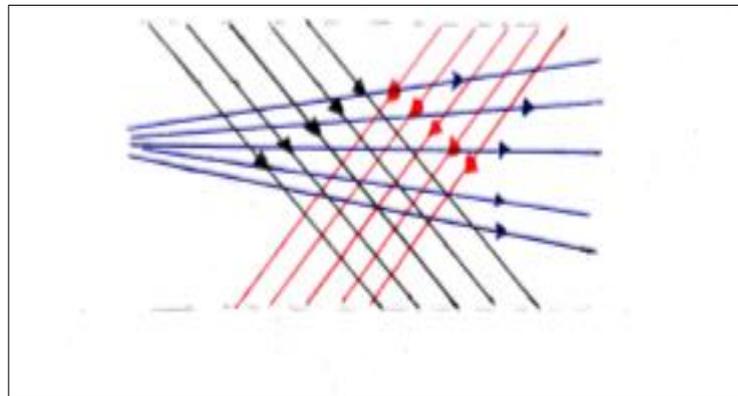


Fonte: O Autor (2019)

2.2.3 Princípio da independência dos raios luminosos

Quando dois raios de luz se cruzam eles não se interferem, ou seja, um não interage com o outro a ponto de mudar as suas propriedades. A figura 4 mostra esse fenômeno.

FIGURA 04 - Princípio da independência dos raios luminosos.



Fonte: O Autor (2019)

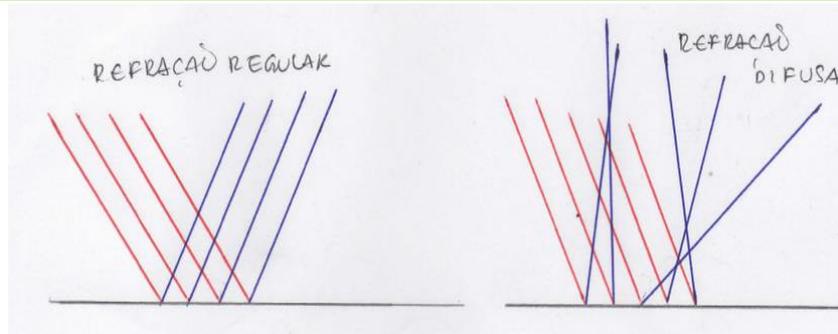
2.3 Reflexão e refração da luz

As ondas luminosas, assim como outros tipos de ondas, tendem a se espalhar quando se afastam da fonte. Entretanto, em Óptica Geométrica consideramos que a luz se propague em linha reta, como que imitando a trajetória de uma partícula que não interage com o meio. Quando a luz encontra a superfície entre dois meios ela pode sofrer reflexão (parte dela retorna para o meio de onde veio) ou transmissão, onde continua seu movimento na mesma trajetória reta ou não. Quando os raios incidentes sobre uma superfície são paralelos e suas reflexões também são paralelas dizemos que a reflexão é regular ou especular, conforme ilustrado na Figura 5 (esquerda). Quando os raios são refletidos em várias direções distintas denominamos a reflexão difusa (Figura 4, direita). Uma superfície espelhada forma a imagem nítida de um objeto por causa da reflexão especular. Já os objetos quando observados

diretamente podem ser vistos de qualquer ângulo por causa da reflexão difusa.

A luz pode se propagar em diversos tipos de meios, como o vácuo, gases, líquidos e sólidos. Quando atravessa a interface entre dois meios, a luz pode sofrer refração, fenômeno relacionado com a mudança na direção de sua trajetória linear, conforme ilustrado na Figura 6. θ_1 e θ_2 são ângulos de incidência e de refração.

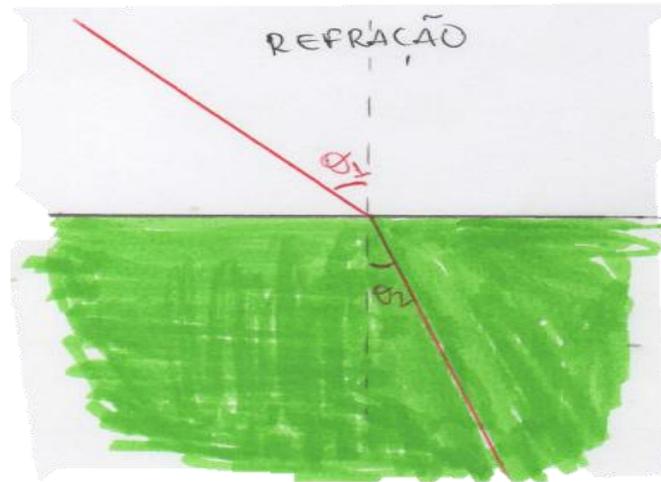
FIGURA 05 - Esquerda - reflexão regular. direita – reflexão difusa



Fonte: O Autor (2019)

A luz pode se propagar em diversos tipos de meios, como o vácuo, gases, líquidos e sólidos. Quando atravessa a interface entre dois meios, a luz pode sofrer refração, fenômeno relacionado com a mudança na direção de sua trajetória linear, conforme ilustrado na Figura 5. θ_1 e θ_2 são ângulos de incidência e de refração.

FIGURA 063 - Mudança de direção do raio de luz devido a mudança de meio de propagação



Fonte: O Autor (2019)

A reflexão e a refração são regidas por leis bem definidas.

Lei da reflexão: O ângulo entre o raio incidente e a reta normal à superfície é igual ao ângulo refletido e a reta normal

$$\theta_i = \theta_r \quad (21)$$

onde θ_i é denominado ângulo incidente e θ_r é o ângulo refletido.

Lei da refração: o raio refratado está no mesmo plano do raio de incidência e o ângulo de incidência está relacionado com o ângulo de refração pela seguinte relação

$$n_1 \text{sen} \theta_1 = n_2 \text{sen} \theta_2 \quad (22)$$

onde n_1 e n_2 são constantes adimensionais, chamados de índices de refração e estão associadas às propriedades dos meios. A equação 22 é conhecida como lei de Snell-Descartes.

O índice de refração é dado pela razão

$$n = \frac{c}{v} \quad (23)$$

onde v é a velocidade da luz no meio.

Casos:

- 1 – Se $\theta_1 = \theta_2$, o raio de luz continua sua trajetória retilínea sem sofrer desvios;
- 2 – Se $n_1 > n_2$, $\theta_1 < \theta_2$ e o raio de luz se afasta da reta normal à superfície;
- 3 – Se $n_1 < n_2$, $\theta_1 > \theta_2$ e o raio de luz se aproxima da reta normal à superfície.

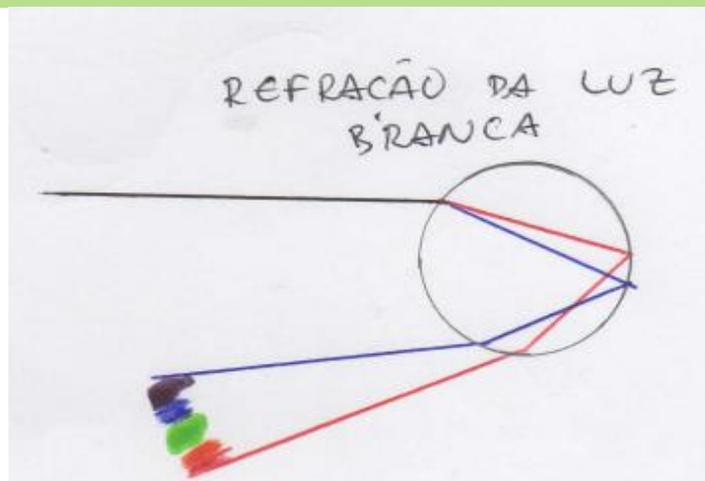
A tabela abaixo apresenta índices de refração de alguns meios de propagação.

TABELA 1 - Índices de refração para alguns materiais

Substância	Índice de Refração
Ar	1,0003
Gelo	1,31
Água	1,35
Álcool	1,36
Acetona	1,36
Azeite de oliva	1,46
Glicerina	1,47
Vidro	1,50 a 1,90
Diamante	2,42

O índice de refração varia para cada comprimento de onda. Desta forma, quando a luz branca, que é a combinação de todas as cores do espectro visível, atravessa um meio material, as componentes tendem a ser separadas, criando o efeito chamado dispersão cromática. A dispersão é maior para cores com comprimentos de onda menores, como o azul e o violeta. Desta maneira essas cores tendem a sofrer maiores desvios. O arco-íris é um exemplo de dispersão cromática que temos em nosso cotidiano. A figura 7 mostra o processo de refração da luz numa gota de água.

FIGURA 07 - Refração e reflexão da luz numa gota de água



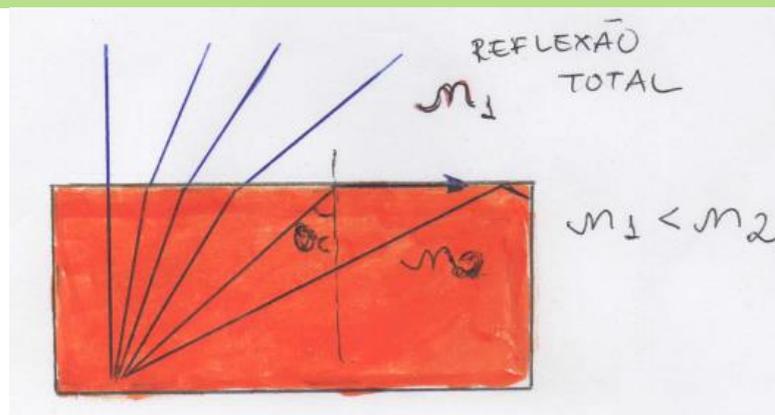
Fonte: O Autor (2019)

Quando a luz sofre apenas uma refração dentro da gota de água, o ângulo que o observador precisa estar com a horizontal é de 42° . O arco-íris observado é chamado de arco-íris primário. Mas há situações em que é possível ver dois arco-íris. Neste caso a luz sofre duas reflexões dentro da gota de água, e o ângulo que o observador precisa estar com a horizontal é de 52° . Esse arco-íris é chamado de arco-íris secundário e tem a sequência de cores inversa do arco-íris primário. Além desses casos é possível a luz refletir mais vezes dentro da gota de água, mas não é possível observar os arco-íris formados dessas reflexões.

2.3.1 Reflexão Total

Quando um raio de luz atinge a interface entre dois meios com índices de refração diferentes este pode não atravessar a interface, mas se propagar paralelo à esta ou mesmo ser refletido por ela. Isto ocorre quando o segundo meio tem índice de refração menor. Esse efeito se manifesta à medida que o ângulo de incidência vai aumentando e o ângulo de refração atinge 90° . O ângulo de incidência neste caso é chamado de ângulo crítico θ_c . Para ângulos maiores que θ_c o raio de luz deixa de ser refratado e acaba refletindo para o meio, caracterizando o fenômeno da reflexão interna total, conforme ilustrado na Figura 8.

FIGURA 08 - Reflexão total da luz e ângulo crítico



Fonte: O Autor (2019)

Para identificar o valor do ângulo crítico temos

$$n_1 \sin \theta_c = n_2 \sin 90^\circ$$

e θ_c pode ser escrito como

$$\theta_c = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right) \quad (24)$$

Nesse caso, como $n_2 > n_1$, temos que a reflexão total só ocorre no meio de maior índice de refração. Uma das aplicações desse efeito é a fibra óptica, que tem como objetivo a transmissão de sinais por longas distâncias por meio de sucessivas reflexões internas.

2.3.2 A Formação de Imagens

Como o foco deste trabalho é o ensino da Óptica Geométrica e seu auxílio no entendimento da visão humana, vamos discutir brevemente os mecanismos de formação de imagens de acordo com os métodos teóricos existentes.

Quanto ao processo de formação, as imagens podem ser classificadas por convenção como reais e virtuais. O termo real aqui não significa que a imagem tenha as mesmas propriedades físicas do seu objeto que ela representa, mas apenas que estas aparecem entre o objeto e a superfície especular. Já as imagens são ditas virtuais quando elas atrás da superfície refletora, ou seja, a superfície especular fica entre a imagem e o objeto que ela representa.

O efeito de miragem que surge em desertos e estradas quando observadas em baixos ângulos são exemplos de imagens virtuais. A miragem surge devido a diferentes densidades das camadas de ar acima da superfície refletora aquecida, provocando o desvio do raio de luz por meio da refração, ou seja, na formação da imagem via miragem não há reflexão, já que a luz proveniente do objeto não atinge a superfície refletora. Quando as camadas de ar mais próximas da superfície são aquecidas sua densidade diminui. Isto resulta numa maior velocidade de propagação e a conseqüente refração para longe da superfície. Dessa forma, o raio de luz proveniente de objetos acima da superfície é desviado nas camadas próximas, dando a impressão de uma superfície refletora molhada com a imagem projetada no chão. Em regiões muito frias ocorre o efeito contrário, e a imagem de objetos em solo pode ser visualizada acima deles, projetada no ar acima deles.

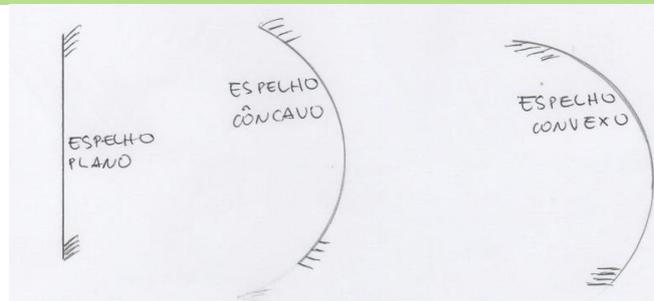
2.3.3 Espelhos Planos e Esféricos

O espelho é uma superfície que faz os raios incidentes serem refletidos em direções bem definidas (reflexão regular), evitando efeitos de absorção ou espalhamento em todas as direções (reflexão difusa). Superfícies bem polidas normalmente funcionam como

espelhos, que são classificados como planos, quando a superfície formada é plana, ou esférico, quando a superfície apresenta uma curvatura, podendo ser côncava (a reflexão ocorre na parte interna da curvatura) ou convexa (a reflexão acontece na parte externa). A Figura 9 apresenta a representação usada para diferentes tipos de espelhos

Em espelhos planos a imagem produzida tem características muito semelhantes às do objeto. A imagem está localizada após o espelho (virtual) e possui o mesmo tamanho do objeto. A distância da imagem ao espelho é a mesma distância do objeto ao espelho. Além disso, a imagem é denominada direita, pois ela não fica invertida em relação ao objeto.

FIGURA 094 - Representação da simbologia usada na abordagem sobre espelhos



Fonte: O Autor (2019)

Uma característica da imagem virtual é que os raios que chegam aos olhos do observador não vêm da imagem, mas são refletidos no espelho, de forma que o sistema visual constrói uma projeção que liga os raios de luz que ilusoriamente saem da imagem até os olhos. Quando estamos na frente do espelho, os raios que saem dos objetos precisam incidir sobre o espelho para poder refletir em direção aos nossos olhos. Em virtude disso, somente raios que estejam no cone visual descrito no exemplo abaixo poderão ser vistos refletidos no espelho. Nota-se que somente os pontos que estiverem dentro do triângulo poderão ser vistos pelo observador O.

Um método simples para criar diversas imagens de um mesmo objeto é fazer uma combinação de espelhos planos. Este método foi utilizado com bastante frequência em filmes antigos que precisavam retratar muito exemplares de um mesmo objeto. Quando colocados dois espelhos planos com suas superfícies refletoras formando entre si um ângulo (abertura) podemos criar uma grande quantidade de imagens de um mesmo objeto. Para criar o número de imagens usamos a seguinte relação:

$$N = \frac{360^\circ}{\theta} - 1 \quad (25)$$

Baseado neste modelo, se dois espelhos estiverem formando um ângulo de 30° , um objeto

colocado em frente a estes terá um total de $\left(\frac{360}{30}\right) - 1 = 11$ imagens, sendo uma imagem projetada diretamente na frente do objeto e mais 5 imagens de cada lado deste.

Os espelhos esféricos são caracterizados por possuírem um raio de curvatura finito (diferente dos espelhos planos que tem seu raio de curvatura tendendo ao infinito). A tabela abaixo identifica as principais diferenças entre espelhos côncavos e convexos.

TABELA 2 - Diferenças entre espelhos côncavos e convexos

Côncavo	Convexo
Raio de curvatura à frente do espelho	Raio de curvatura atrás do espelho
As imagens dependem da distância do objeto ao espelho	Imagem virtual, direita e menor
Campo de visão diminui em relação ao espelho plano	Campo de visão aumenta em relação ao espelho plano
Foco positivo	Foco negativo

A reta que liga o centro de curvatura C ao centro c do espelho é chamado de *eixo central*. Quando raios incidentes que são paralelos ao eixo central de espelhos côncavos, sempre convergirão para foco do espelho, caso os raios incidentes passem pelo foco, serão refletidos paralelos ao eixo central, e quando raios incidentes passam pelo centro de curvatura e incidem perpendicularmente à superfície do espelho, são refletidos também na perpendicular, passando novamente pelo centro de curvatura. Em espelhos convexos, raios incidentes que sejam paralelos ao eixo central divergem, mas sua projeção passa pelo foco do espelho, quando a projeção de um raio incidente passa pelo foco do espelho, o raio refletido será paralelo ao eixo principal. Quando a raio incidente é perpendicular à superfície do espelho, sua projeção passa pelo centro de curvatura desse espelho. A figura 10 identifica os raios notáveis em espelhos esféricos.

A distância focal f de um espelho esférico é dada por

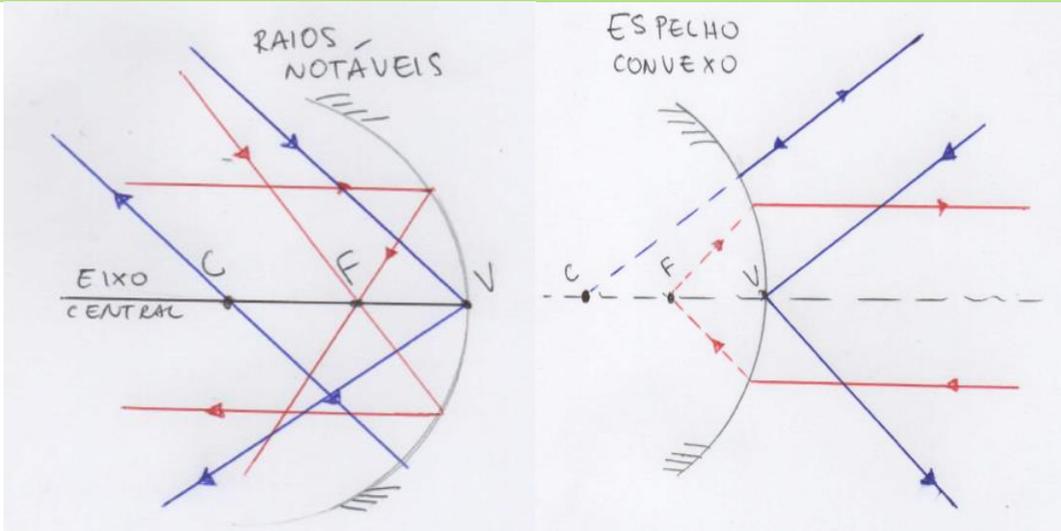
$$f = \frac{r}{2} \quad (26)$$

onde r é o raio de curvatura o espelho.

A equação de Gauss traz uma relação entre as distâncias do objeto e da imagem ao espelho e o foco do espelho. Relação é dada por

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p'} + \frac{1}{p} \quad (27)$$

FIGURA 10 - Raios notáveis de um espelho esférico côncavo e convexo



Fonte: O Autor (2019)

onde p' é a distância da imagem ao espelho e p é a distância do objeto ao espelho.

Como p' e p não iguais como acontece no espelho plano, escrevemos uma grandeza que descreva uma relação entre o tamanho do objeto e o tamanho de sua imagem, essa relação é chamada de **aumento linear transversal (A)**, e é dada por:

$$A = \frac{i}{o} = -\frac{p'}{p} \quad (28)$$

onde i é o tamanho da imagem e o é o tamanho do objeto. Se A é positivo, i e o tem sinais iguais e a imagem é virtual. Se A é negativo: i e o tem sinais opostos e a imagem é real.

Usando os raios notáveis (paralelos ao eixo central, que passam pelo centro de curvatura e que incidem sobre o centro do espelho) é possível avaliar o tipo de imagem que será obtida. A tabela 3 mostra os tipos de espelhos esféricos, a posição relativa ao centro, foco e vértice e as características da imagem.

TABELA 3 - Espelhos, posição relativa e características da imagem

Tipo de espelho	Posição relativa	Características da imagem
Côncavo	Antes do centro de curvatura	Real, invertida e menor
	No centro de curvatura	Real, invertida e igual
	Entre o centro de curvatura e foco	Real, invertida e maior
	No foco	Imagem impropria

	Entre o foco e o vértice	Virtual, direita e maior
Convexo	Qualquer posição	Virtual, direita e menor

2.3.4 Refração em Interfaces Esféricas

Quando as interfaces são esféricas, as imagens podem ser reais ou virtuais, dependendo diretamente dos valores de n_1 e n_2 , bem como da geometria do problema. Quando a imagem é formada no mesmo meio que está o objeto dizemos que a imagem é virtual e se a imagem for formada em um meio diferente de onde está o objeto a imagem é denominada de real.

$$\frac{n_2 - n_1}{r} = \frac{n_2}{p'} + \frac{n_1}{p} \quad (29)$$

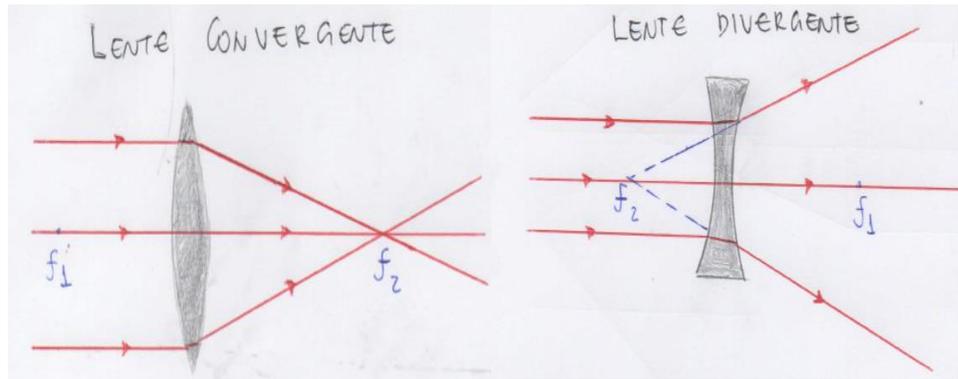
A distância do objeto p é sempre positiva, já a distância p' é positiva se a imagem for real e negativa se a imagem for virtual. Se a interface refratora for convexa r será positivo, mas se a interface refratora foi côncava, r será negativo.

2.3.5 Lentes

Lentes são objetos transparentes dotado de duas superfícies refratoras que apresentam o mesmo eixo central, em que a luz vem de um meio 1, penetra numa das superfícies do meio 2 e saí pela outra superfície, voltado ao meio 1. Normalmente as duas refrações mudam a direção de propagação da luz, exceto quando o raio luminoso se move sobre o eixo central da lente.

Quando os raios de luz são paralelos ao eixo central e após a passagem pela lente eles se aproximam, denominamos essa lente de **convergente**. Já quando os raios se afastam denominamos de **divergente**. A Figura 11 apresenta a convergência e a divergência em lentes.

FIGURA 11 - Lentes convergente e divergente



Fonte: O Autor (2019)

Uma lente é chamada de **delgada** quando as distâncias entre o objeto o , a imagem i e os raios de curvatura das faces r_1 e r_2 são bem maiores que a espessura da lente. A equação dos fabricantes indica qual deve a relação entre n , r_1 e r_2 , e no ar é dada por

$$V = \frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (30)$$

onde V é a vergência da lente (conhecida popularmente por grau) e n é o índice de refração da lente. r_1 é o raio de curvatura da face mais próxima do objeto e r_2 é o raio de curvatura da outra face. Caso uma lente seja imersa em outro meio a equação dos fabricantes deve ser escrita como

$$V = \frac{1}{f} = \left(\frac{n_1}{n_2} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (31)$$

onde n_1 é o índice de refração da lente e n_2 é o índice de refração do meio onde a lente está imersa. Vale ressaltar que caso $n_1 < n_2$, a lente que é divergente no ar será convergente no meio 2, e vice-versa.

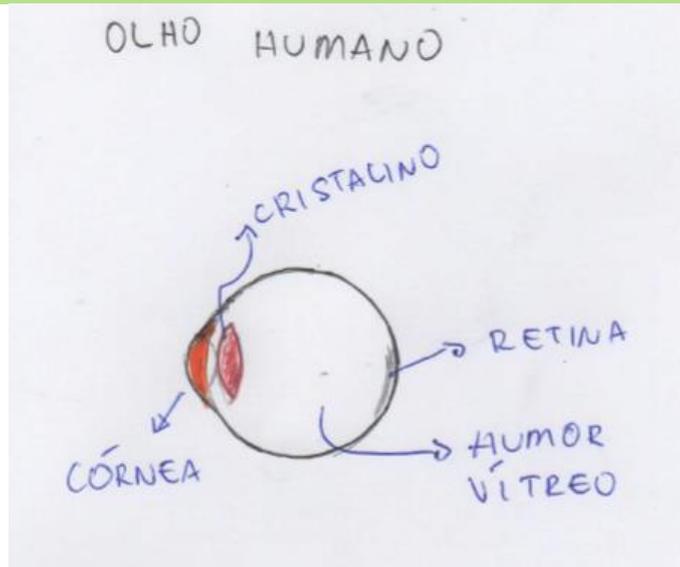
Uma lente só conseguirá desviar um raio luminoso caso o índice dela seja diferente do índice de refração do meio. Lentes cujas bordas sejam finas e o centro seja grosso produzem, no ar, feixes de luz convergentes (a lupa). Já lentes que tenha as bordas grossas e o centro fino produzem feixes de luz divergentes.

Os raios notáveis ou suas projeções sempre se encontram no foco da lente mais próxima à fonte de luz. Desta maneira, os raios de luz convergem para o foco oposto à fonte de luz numa lente convergente, e as projeções dos raios luminosos convergem para o foco próximo da fonte de luz no caso da lente ser divergente. O raio luminoso ou sua projeção, que passa pelo ponto focal da lente que fica oposta ao objeto torna-se paralelo ao eixo central. Um raio de luz que passa pelo centro da lente não muda sua direção de propagação.

2.4 O Olho Humano

O olho, conhecido também como globo ocular, é a parte externa do aparelho visual, que ainda apresenta nervos e cerebelo. O olho é composto por várias partes que são, em sua maioria, transparentes e são atravessados pela luz, além de apresentar um conjunto de músculos que servem para sustentar e realizar seus movimentos, bem como para protegê-lo da ação de agentes externos. O olho é um órgão extremamente complexo, mas em primeira aproximação ele ser modelado fisicamente como uma combinação de três lentes biológicas – a córnea, o cristalino e o humor vítreo, que podem esquematicamente ser substituídas por uma lente convergente. Esta lente hipotética, em um **olho normal** se situa a 5 mm da córnea e a 15 mm da retina, que se localiza no fundo do olho. A Figura 12 apresenta um esquema simplificado do olho humano com suas principais lentes biológicas.

FIGURA 12 - Esquema simplificado de olho humano e suas lentes



Fonte: O Autor (2019)

Para que uma pessoa veja com qualidade é necessário que os raios de luz cheguem à retina. O sistema visual possui a capacidade de identificar arestas, sentidos, consistências, formas e cores, dando ao ser humano a percepção de imagem. A quantidade de luz que adentra nossos olhos é controlada pela íris, que apresenta um orifício no centro que pode abrir e fechar de acordo com a quantidade de luz que chega aos olhos.

A distância mínima para que um olho normal consiga formar uma imagem bem nítida é 25 cm – essa distância é chamada de **distância mínima convencional de visão distinta**. A distância máxima normalmente se convencionou chamando de infinito, o que não

significa logicamente que um ser humano vai enxergar com qualidade à distâncias infinitas, mas que esta distância é bem maior que a distância mínima de visão distinta e varia de indivíduo para indivíduo.

Para que se observe objetos à diferentes distâncias o olho utiliza diversos mecanismos. Ele usa os músculos para comprimirem ou esticarem o cristalino de modo a mudar a sua distância focal, e assim permitir que a imagem se forme com qualidade. Este processo é denominado de **acomodação visual**. Quanto mais perto o objeto está dos olhos, mais precisamos usar os **músculos ciliares** para comprimir o cristalino. Mas quando o objeto está distante os músculos ciliares ficam relaxados e neste caso o olho não faz nenhum esforço para ver os objetos.

2.4.1 Defeitos da Visão

Uma vez que já foram descritas as características do olho humano, vamos detalhar os principais problemas que acometem a visão, bem como mostrar como se faz para a realizar a correção necessária dos mesmos.

2.4.1.1 Miopia

O globo ocular de uma pessoa míope é mais alongado que um olho normal, o que provoca a formação da imagem antes da retina quando o olho não realiza o esforço de acomodação. Para o olho míope a acomodação visual acontece naturalmente. Mas diferente de um olho normal, no qual a distância de ponto remoto é o infinito, no olho míope a distância do ponto remoto ocorre em um ponto finito, ou seja, próximo do olho. No globo ocular míope não há problemas no cristalino, o que não afeta a acomodação visual, mas a acomodação ocorre antes do 25 cm, o que usualmente ocorre com um olho normal.

A miopia pode ocorrer devido a várias alterações na estrutura do olho. Essas alterações podem ser congênicas ou adquiridas ao longo da vida. Quando a miopia é de congênita, normalmente enquanto o corpo se desenvolve a miopia vai sofrendo modificações, e quando o corpo atinge a idade adulta o problema deixa de evoluir. Quando o problema é adquirido ao longo da vida, a tendência é sofrer uma evolução contínua.

Para que a miopia seja corrigida, existe a necessidade do uso de lentes corretivas divergentes, para as quais

$$f < 0 \quad (32)$$

e como consequência o grau da lente deve ser negativo. Caso uma pessoa com miopia entre numa piscina com óculos, não terá qualidade na imagem, pois suas lentes se tornaram divergentes.

2.4.1.2 Hipermetropia

O olho de uma pessoa com hipermetropia apresenta um a formação da imagem num foco após a retina. Esse defeito é formado basicamente porque o globo ocular hipermetrope é mais curto que o olho normal. Quando a pessoa que tem hipermetropia realizar o esforço de acomodação, ela provoca a diminuição da distância focal, que por sua vez, pode trazer a foco da imagem para a retina, de forma que ela possa ver nitidamente.

Um olho hipermetrope precisa realizar um esforço para ver um objeto a uma grande distância. Por isso, comparado a um olho normal, o hipermetrope acaba por sobrecarregar sua acomodação visual, ocorrendo um afastamento do ponto próximo, o que tem como efeito perceptível a necessidade de colocar o objeto a ser observado a uma distância maior que a normal (25 cm). A correção deste problema visual é feita usando-se lentes convergentes com

$$f > 0 \quad (33)$$

e como consequência o grau da lente deve ser positivo. De igual modo, uma pessoa com hipermetropia mergulhando com óculos em uma piscina terá dificuldade visual em razão de sua lente se tornar divergente.

2.4.1.3 Presbiopia

Com o avançar da idade, as pessoas tendem a sentir o sintoma de “vista cansada”. Este problema na visão ocorre porque o cristalino vai perdendo a capacidade de acomodação, o que provoca um afastamento do ponto próximo. A visão para pontos distantes não sofre alterações. A correção é feita com uso de lentes convergentes bifocais.

É muito comum em algumas cidades pessoas com poucos recursos financeiros, ou com baixa escolaridade, irem à ótica e comprarem óculos apenas colocando-os e percebendo se as imagens formadas estão melhores ou não. Está prática é extremamente perigosa, uma vez que outros problemas relacionados à saúde ocular podem não estar sendo percebidos, por serem silenciosos, como a catarata, o glaucoma ou a pressão alta no fundo do olho. Assim sendo, faz-se necessário a visita regular ao oftalmologista afim de seres realizados exames refrativos que definirão a vergência necessária para a correção, além de outros exames que podem detectar outros problemas.

3 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática descrita neste trabalho foi estruturada para ser desenvolvida ao longo de oito encontros com a turma, tendo cada encontro duas horas-aula de duração. Toda a estrutura da sequência didática será descrita a seguir. Há nessa sequência conteúdos a serem estudados pelos estudantes antes de serem abordados em sala, experiências a serem realizadas de modo individual ou em grupo, bem como a sugestão de leituras complementares, assim como a sugestão de fontes de pesquisa e estudo, usando QR CODE, afim de auxiliar na busca pelas referências sugeridas.

3.1 Primeiro encontro

Inicialmente o professor mostra aos estudantes a estrutura da proposta inicial como ocorrerão as atividades ao longo da implementação da sequência didática, podendo os discentes nesse momento auxiliarem na proposição de execução de atividades, fontes de pesquisa ou atividades experimentais. Desta forma os estudantes terão a oportunidade de se sentirem responsáveis por sua aprendizagem ao longo da execução das atividades.

Despertar atenção, interesse e a busca pela externalização dos subsunçores dos estudantes são os objetivos deste momento pedagógico e para isso busca-se aplicar diferentes metodologias afim de evidenciar aquilo que o estudante já conhece. O primeiro passo é a construção de mapas conceituais a partir da estimulação dos estudantes, usando para tal, imagens associadas a Óptica Geométrica e ao olho humano.

Em seguida, aplica-se um questionário aberto com questões baseadas em situações associadas a Óptica Geométrica ou a visão humana, em que os estudantes são levados a organizar de modo claro seus conhecimentos sobre as situações propostas. Dessa forma, mesmo que não sejam evidenciados os subsunçores por meio do mapa conceitual, pode ocorrer essa evidenciação por meio do questionário. O questionário pode ser consultado no Apêndice A.

Após estas atividades, os estudantes se organizam em grupos afim de identificar as partes que compõem o olho humano, da retina e do sistema visual completo em imagens impressas em folhas de A3, A4 e A4, respectivamente, e plastificadas de modo que os estudantes tivessem a oportunidade de discutirem, cheguem a consensos sobre respostas e

anotasse no material usando pinceis de quadro branco. Caso os estudantes queiram mudar respostas podem o fazer em virtude das imagens serem plastificadas. As imagens usadas estão nos anexos L, M e N.

Em seguida, apresenta as imagens que foram utilizadas para elaboração dos mapas conceituais, agora de forma organizada, seguindo a ordem em que serão desenvolvidos os conteúdos. Esta apresentação permite aos estudantes a compreensão clara dos conteúdos que serão abordados ao mesmo servirão de ancoradouros, mesmo que simples, para a aprendizagem do conteúdo a ser visto com mais aprofundamento e complexidade.

Ao final do encontro o professor indica os conteúdos que serão abordados no próximo encontro, já disponibilizando aos estudantes locais de pesquisa, tais como o livro didático, livros da biblioteca da escola ou sites. Os conteúdos que serão trabalhados no segundo encontro são:

- Fontes de luz;
- Meios de propagação da luz;
- Princípios de propagação da luz e suas consequências:
 1. Formação de sombras e penumbra;
 2. Eclipses;
 3. Fases da lua.

Recomenda-se como fonte principal de pesquisa o livro didático, pois acredita-se que todos possuem, mas é recomendável a indicação de uso de endereços eletrônicos confiáveis. Segue abaixo a lista de endereços eletrônicos confiáveis para estudo e pesquisa, associados aos respectivos QR Code's:

1 – Pion: <http://www.sbfisica.org.br/v1/novopion/index.php/publicacoes/materiais-didaticos>



2 – e-Física: <http://efisica.if.usp.br/optica/basico/geometrica/>



3 – Mundo Educação: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/optica.htm>



4 – InfoEscola: <https://www.infoescola.com/optica/>



5 – Só Física: <http://www.sofisica.com.br/>



6 – Física Net: <http://www.fisica.net/>



A aplicação de atividades a serem respondidas depois do estudo é outra ferramenta recomendável, pois ajuda o estudante a balizar a ter uma percepção mais clara de como está sua aprendizagem. A proposição de problemas a partir de situação cotidianas, ou que se aproxime ao máximo de situações reais é importante para desenvolver no estudante a compreensão da aplicabilidade dos conteúdos que estão sendo estudados, além de auxiliar no processo de construção de competências e habilidades que serão medidas em avaliações externas à escola. A atividade a ser respondida antes do segundo encontro é dada abaixo:

Atividade 1

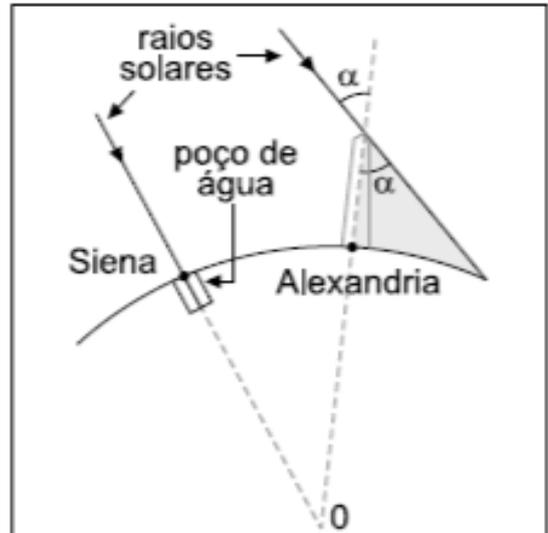
- 1 – O que são fontes primárias e fontes secundárias? É possível uma fonte primária se tornar uma fonte secundária? O Sol pode ser tornar uma fonte secundária? E outras estrelas podem perder seu brilho?
- 2 – O que são fontes de luz coerentes e o que são fontes de luz incoerentes? Onde as usamos e porque as usamos?
- 3 – É possível um objeto ser ao mesmo tempo transparente, translucido ou opaco? Justifiquem.
- 4 – Como é produzida a luz nas estrelas, nos vagalumes e nas bactérias? No que se parecem e no que se diferenciam?
- 5 – Façam uma evolução temporal do desenvolvimento das lâmpadas.
- 6 – Por que se forma os eclipses? Como os astrônomos sabem quando vai acontecer com tanto tempo de antecedência?
- 7 – Explique:
 - a) Por que é possível a troca de olhares usando espelhos?

b) Passeando à noite numa rua bem iluminada você se aproxima de um poste e se afasta de outro, mas ainda existe a sombra gerada pelo poste de que você esta se afastando.

Como isso é possível?

c) Como é formada a imagem no interior do seu olho?

8 – (UnB-DF) Erastóstenes, um antigo sábio que trabalhou no museu de Alexandria, há mais de dois mil anos, criou um famoso método para medir a circunferência da Terra. Conta-se que ele estava lendo um pergaminho que continha histórias de viajantes e deteve-se em uma passagem em que era narrado o fato, aparentemente banal, de que “ao meio-dia do dia mais longo do ano”, na cidade de Siena, próxima a Alexandria, o Sol estava a pino sobre um poço de água, e obeliscos não projetavam



nenhuma sombra. obeliscos não projetavam nenhuma sombra. O fato intrigou-o porque, no mesmo dia e no mesmo horário, na cidade de Alexandria, o Sol não estava exatamente a pino, como em Siena. Considerando que, devido à grande distância entre o Sol e a Terra, os raios luminosos provenientes do Sol que chegam à superfície terrestre são praticamente paralelos. Ele concluiu, então, que a Terra não poderia ser plana e elaborou um método para medir o perímetro da sua circunferência. O método baseava-se em medir o ângulo α , formado entre uma torre vertical e a linha que une a extremidade da sombra projetada por essa torre no solo e o topo da torre, além de medir a distância entre Siena e Alexandria, conforme ilustra a figura.

Com base nessas informações, julgue os itens que se seguem.

1. Se a Terra fosse plana, a sombra de uma torre vertical teria, em um mesmo horário, o mesmo tamanho em qualquer parte da Terra.
2. Se a Terra fosse plana e o Sol estivesse suficientemente próximo dela, de modo que seus raios de luz não pudessem ser considerados paralelos, então poderiam ser observadas diferentes configurações das sombras de torres idênticas localizadas em Siena e em Alexandria.
3. Um forte indício de que a Terra é arredondada poderia ser percebido durante um eclipse lunar, observando-se a sombra da Terra na superfície da Lua.
4. Considerando que a distância entre Siena e Alexandria seja de 450 km, que o ângulo α seja

igual a 4° e que a Terra seja uma esfera, o perímetro da circunferência de maior raio que passa pelas duas cidades será superior a 40.000 km.

Caso os estudantes apresentem dificuldades durante os estudos ou durante realização das atividades é fundamental que enviem as dúvidas ao professor antes do próximo encontro, dessa forma o professor pode auxiliar com novas sugestões de leituras afim de dirimir as dúvidas ou adequar parte do próximo encontro para ajudar os estudantes a superar esses questionamentos.

Além da resolução de atividades, a experimentação é uma maneira eficiente do estudante avaliar as potencialidades dos conteúdos estudado, e ao mesmo tornar a aprendizagem significativa, especialmente quando o experimento é montado e realizado por ele, ou quando ele é um participante ativo do processo de realização. Ao mesmo tempo o experimento é útil por fazer o estudante perceber como se faz ciência, perceber como o ambiente influencia nos resultados, aprender a propor hipóteses, refuta-las e construir novos caminhos afim de alcançar resultados expressivos, além de desmistificar a compreensão errônea de que só os gênios fazem experimentos científicos e que que tais só podem ser feitos em grandes laboratórios.

Para além dos aspectos já citados, temos o envolvimento afeito do estudante ao longo do processo, pois por ser o executor experimental, o estudante acaba desenvolvendo apego afetivo/emocional à atividade, tornando o prazer pela aprendizagem ainda mais envolvente. Por todos estes fatores, foram propostos experimentos individuais e em grupo com vistas a desenvolver a aprendizagem significativa e crítica do discente. Segue abaixo o roteiro do experimento 1 a ser apresentado no segundo encontro.

Experimento 1

1 – Tipo de atividade: Em grupo.

2 – Temas abordados:

- Fontes de luz;
- Meios de propagação da luz;
- Tipos de propagação;
- Princípios da Óptica Geométrica.

3 – Objetivos:

3.1 – Geral

Compreender os princípios da Óptica Geométrica.

3.2 – Específicos

- Criar situações onde ocorra a formação de diferentes tipos de feixe de luz;
- Entender como os meios materiais interferem na propagação da luz;
- Identificar objetos como fontes primárias ou secundária de luz.

4 – Material utilizado

- Quatro *laser pointer*
- Peça de madeira
- Prato de vidro com superfície externa irregular
- Copo de vidro liso
- Pedacos de papelão

5 – Procedimento experimental

Monte uma sequência de procedimento afim de demonstrar:

1. Criar feixes de luz paralelos, convergentes e divergentes
2. A propagação retilínea da luz;
3. A reversibilidade da luz;
4. A independência dos raios de luz;
5. Usando o pedaço de madeira, o copo de vidro e o prato mostre como a luz se comporta quando incide nesses materiais;

6 – Resultados e comentários

Explique os resultados obtidos à luz da Óptica Geométrica e comente os erros e acertos produzidos durante a realização da atividade.

7 – Referências

Cite as fontes que foram pesquisadas durante a elaboração da atividade experimental.

Conheça um pouco mais:

Além dos estudos prévios, da resolução da atividade e da confecção de experimentos, os estudantes podem ser confrontados a irem um pouco além. Por meio de reportagens, produções televisivas, canais de internet ou leituras que enriqueçam a percepção de mundo do estudante, o professor pode mostrar aos discentes, como a compreensão sobre o tema em estudo impacta a sociedade, a ciência, os esportes, etc. deste modo busca-se que o estudante se torne ainda mais reflexivo e crítico ao mundo que o cerca. Como sugestões introdutórias ao estudo da Óptica Geométrica temos:

- 1 – O telescópio Hubble:



2 – O que são estrelas de nêutrons?



3 – Como a luz sai do Sol?



4 – A história da lâmpada



5 – Evolução estelar



3.2 Segundo encontro

O segundo encontro se inicia com os estudantes organizados em grupo exponham suas respostas para os membros do grupo, desse modo eles podem fazer comparações em suas respostas, observar o vocabulário e as ideias uns dos outros e contribuir para correção de algum item que outro companheiro do grupo tenha respondido de modo errado, e o professor deve passar em cada agrupamento afim de auxiliar, caso necessário. Depois os estudantes devem apresentar os resultados do experimento proposto e comentar a sobre as dificuldades encontradas para elaboração e confecção dos experimentos. O professor deve questionar os

estudantes a respeito de dúvidas e incentivar os estudantes a expô-las, quer em grupo ou por meio de texto, para que possam ser respondidas.

Depois o professor deve fazer a apresentação do tema de estudo introdutório à Óptica Geométrica, e relacionar com o questionário proposto de modo a ratificar e aprofundar o conteúdo estudando, dando ênfase as ideias mais relevantes e estruturantes do tema e ligá-los ao momento da realização do experimento ou a situações do cotidiano, sempre dando oportunidade a participação ativa do estudante por meio de perguntas relevantes. Ao final da exposição o professor deve propor novos questionamentos que devem ser respondidos pelos estudantes ainda em sala sob a supervisão do professor, que ao final deve responder aos questionamentos propostos, tentando dirimir o máximo possível possíveis dúvidas que possam ainda existir.

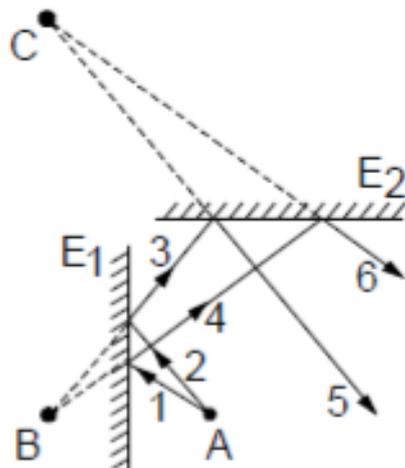
Depois do momento de professor deve fazer a apresentação do tema do próximo encontro:

- Reflexão da luz
 1. Tipos de reflexão;
 2. Leis da reflexão;
 3. Formação de imagens em espelhos planos;
 4. Campo visual em espelhos planos;
 5. Translação de espelho plano;
 6. Associação de espelhos planos.

Ressaltar a necessidade do estudo fora do ambiente escolar, e reforçar o uso do livro didático e das outras fontes propostas no encontro anterior. E repassar uma nova atividade para os estudantes, bem como o novo experimento, que visam auxiliar os estudantes durante o estudo. A atividade e o experimento seguem descritos abaixo:

Atividade 2

1 - (OBFEP – 2006) O diagrama representa dois espelhos planos E1 e E2 perpendiculares entre si, uma fonte pontual de luz posicionada no ponto A e o traçado do percurso de dois raios luminosos 1 e 2 contidos num plano perpendicular aos espelhos. Assinale com V as proposições verdadeiras ou com F as proposições falsas.

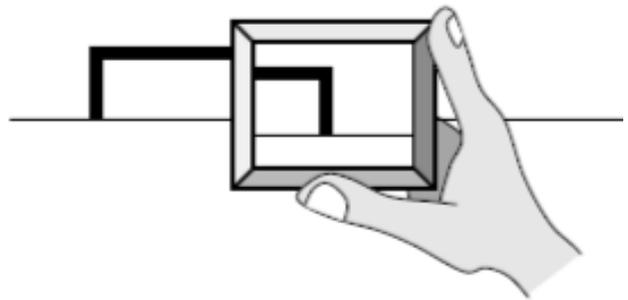


- () A intersecção entre os raios 2 e 4 em nada impede o livre trajeto deles.
- () O ponto B marca a posição da imagem virtual do objeto em A.
- () O raios 5 e 6 têm como intersecção o ponto C, imagem, para E2, do objeto em B.
- () Os raios 5 e 6 são coplanares entre si

A sequência correta é dada por:

- a) F F F F
- b) V F V F
- c) F F V F
- d) F V F V
- e) V V V V

2 - (OBFEP – 2014) Bisnaga sentou ao lado do professor, atraído pelas descobertas que poderia experimentar no jogo utilizando a Física. Além disso, desta vez ele conseguiu acertar a brincadeira do professor Arquimedes.



- Professor, a escola fez as marcações do limite do campo, mas esqueceu da linha do meio de campo. Não temos uma fita métrica para tentar desenhar esta linha com precisão. O senhor pode nos ajudar?

O Professor Arquimedes foi até o banheiro e retirou um pequeno espelho plano da parede. Foi até o centro do campo, entregou o espelho para Bisnaga e falou:

- Posicione o seu corpo voltado para um dos gols. Levante o espelho na vertical e afaste-o. Você verá um pedaço da imagem da linha de fundo e do gol que estão atrás de você. Olhe a linha de fundo e o gol à sua frente. Agora, andando um pouco para frente ou para trás e mexendo o espelho, tente sobrepor o que você vê no espelho com o que vê à sua frente. Quando conseguir, o espelho estará na posição do meio do campo.

Bisnaga fez como o professor Arquimedes explicou e parece que a linha realmente ficou no meio exato.

- Professor, porque isso é possível?

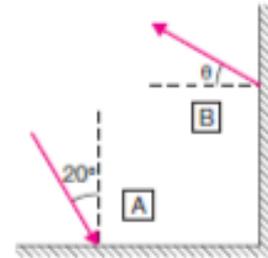
- Todo espelho plano forma uma imagem à mesma distância do respectivo objeto por causa do seu formato e da...

- a) Reflexão regular que ocorre na superfície do espelho.
- b) Refração que ocorre na superfície do espelho.

- c) Absorção que ocorre na superfície do espelho.
 d) Difração que ocorre na superfície do espelho.

3 - (PUC-RIO) A figura representa um raio luminoso incidido sobre um espelho plano A e, em seguida, refletido pelo espelho plano B. O ângulo que a direção do raio refletido com a direção perpendicular ao espelho B é:

- a) 0° b) 90° c) 20° d) 65°



pelo
faz

- e) 70°

4 - (UERJ) Uma garota, para observar seu penteado, coloca-se em frente a um espelho plano de parede, situado a 40 cm de uma flor presa na parte de trás dos seus cabelos. Buscando uma visão melhor do arranjo da flor cabelo, ela segura, com uma das mãos, um pequeno espelho plano atrás da cabeça, a 15 cm da flor.

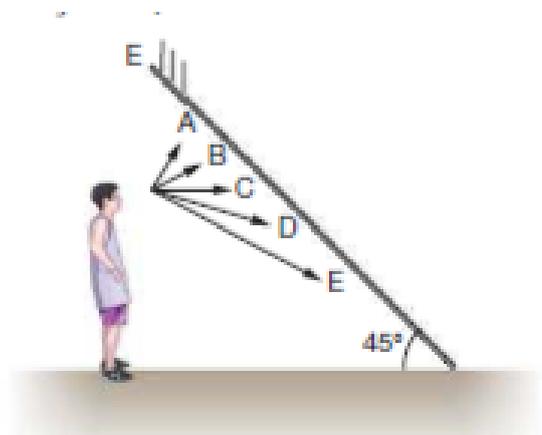


no
da

A menor distância entre a flor e sua imagem, vista pela garota no espelho de parede, está próxima de:

- a) 55 cm
 b) 70 cm
 c) 95 cm
 d) 110 cm

5 - (Fuvest-SP) Um espelho plano, em posição inclinada, forma um ângulo de 45° com o chão. Uma pessoa observa-se no espelho, conforme a figura. A flecha que melhor representa a direção para a qual ela deve dirigir seu olhar, a fim de ver os sapatos que está calçando, é:



- a) A
 b) B
 c) C

- d) D
- e) E

6 - (UCDB-MS) Uma pessoa está vestindo uma camisa que possui impresso o número 54. Se essa pessoa se olhar em espelho plano, verá a imagem do número como:

7 – (Olimpíada Paulista de Física) Durante a aula o professor tecia considerações sobre a reflexão, a absorção, a reemissão e a transmissão da luz que incidisse numa superfície. Patrícia, que ouvia atentamente a explanação, fez a seguinte pergunta: “O que ocorreria se o fenômeno da reflexão deixasse de existir?” O professor, aproveitando o ensejo, estendeu a pergunta para a classe e as respostas foram anotadas na lousa:

- I. Os espelhos não mais funcionariam.
- II. Não poderíamos ver mais as flores nem a vegetação.
- III. A Lua nunca mais poderia ser vista.
- IV. Só os corpos luminosos poderiam ser vistos.

Com relação às respostas, podemos dizer que:

- a) Apenas I é correta.
- b) Todas são corretas.
- c) Todas são incorretas.
- d) Apenas II e III são corretas.
- e) Apenas IV é correta.

Experimento 2

1 – Tipo de atividade: Individual.

2 – Temas abordados:

- Reflexão regular da luz;
- Produção de imagens de um corpo extenso;
- Multiplicação de imagens em espelhos planos;

3 – Objetivos:

3.1 – Geral

Compreender o processo de multiplicação de imagens em uma associação de espelhos planos.

3.2 – Específicos

- Entender a criação de imagem de um corpo extenso;
- Associar o número de imagens de um corpo extenso ao ângulo de abertura entre os espelhos;
- Calcular o número de imagens para cada ângulo de abertura.

4 – Material utilizado

- Dois espelhos planos
- Um objeto pequeno
- Ciclo trigonométrico com ângulos notáveis medidos em graus
- Celular
- Fita gomada

5 – Procedimento experimental

1. Coloque o objeto e classifique a imagem formada (direita, inversa, real, virtual, maior, menor, imprópria ou reversa);
2. Coloque os espelhos na vertical em uma superfície plana e ligue-os com o auxílio da fita gomada de modo que o ângulo de abertura possa ser alterado;
3. Selecione quatro ângulos distintos para a abertura entre os espelhos;
4. Abra os espelhos no primeiro ângulo escolhido e posicione o objeto no ponto médio entre os dois espelhos;
5. Observe o número de imagens formadas e fotografe;
6. Repita o procedimento para os outros três ângulos;
7. Calcule o número de imagens formadas usando a fórmula $n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$, onde α é o ângulo de abertura e compare com os resultados obtidos com os espelhos.

6 – Resultados e comentários

Explique os resultados obtidos à luz da reflexão de espelhos planos e comente os erros e acertos produzidos durante a realização da atividade.

7 – Referências

Cite as fontes que foram pesquisadas durante a elaboração da atividade experimental.

Conheça um pouco mais:

Como sugestão de materiais adicionais segue abaixo os QRCODE's de alguns vídeos que auxiliam na compreensão mais ampla a respeito de espelhos planos e outros que

ressaltam o lado lúdico da reflexão em espelhos planos:

1 – Como são formadas imagens infinitas em espelhos:



2 – Aprendendo a desenhar com um espelho mágico:



3 – Como são fabricados os espelhos?



4 – A cabeça sem corpo.



3.3 Terceiro encontro

O terceiro encontro se iniciou com os discentes apresentando suas respostas para os membros do grupo, que discutiam, avaliavam as respostas uns dos outros balizados pelo que já haviam aprendido e chegavam a uma resposta final que representava o pensamento do grupo. Depois desse momento os grupos compartilharam suas respostas com membros dos outros grupos até que todos chegaram a resposta que melhor respondia ao questionamento proposto.

O professor não deve interferir neste processo, mesmo percebendo que algumas respostas apresentam inconsistências. Mas deve incentivar os estudantes a questionarem sempre e perceber aqueles estudantes que não estão participando ou não estão acompanhando a realização das atividades e tentar buscar respostas para esse comportamento. Ainda reunidos

em grupo os estudantes devem apresentar os resultados dos experimentos, e comentar as impressões e as dificuldades encontradas.

Como os discentes já estudaram o tema anteriormente o professor deverá dar ênfase aos aspectos mais relevantes do conteúdo, e buscar sempre fazer a reconciliação integrativa, permitindo ao estudante a percepção de que a reflexão da luz e suas leis são a conexão entre as diferentes especificações do conteúdo, e voltar para o questionário afim de ratificar as respostas corretas e a ajudar os estudantes na reformação das respostas que estão erradas.

O professor deve propor uma nova situação problema para desafiar os estudantes a construírem hipóteses e solucioná-la, deixando um tempo para que os alunos possam tentar solucionar, passado esse tempo incentivar os estudantes a construírem a respostas coletivamente, sendo o professor o mediador desse processo.

No fim do encontro o professor deve indicar os conteúdos que serão abordados no próximo encontro:

- Reflexão em espelhos esféricos;
 1. Elementos geométricos;
 2. Formação de imagens;
 3. Estudo analítico;
 4. Aplicações de espelhos esféricos.

Vale mostrar aos estudantes como os momentos de estudo que eles têm dedicam antes de cada encontro torna a aula mais produtiva e pedir para que algum estudante compartilhe sua experiência pessoal. Os mapas conceituais que foram produzidos no primeiro encontro servem para demonstrar a evolução que os estudantes estão tendo, uma vez que muitas das relações feitas no mapa não seriam repetidas nesse novo momento. O docente indicará a atividade a ser resolvida pelos para os estudantes ao longo da semana, bem como o novo experimento, que visam auxiliar os estudantes durante o estudo. A atividade e o experimento seguem descritos abaixo:

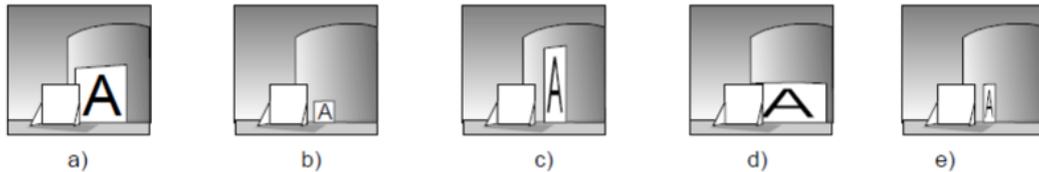
Atividade 3

1 - (OBFEP – 2013) Em um Centro de Ciências um estudante entra em uma caixa triangular, cujas paredes são 3 espelhos. Ele observa suas imagens formadas pelos espelhos como sendo: imagem maior, imagem menor e imagem de igual tamanho. Na sequência apresentada, ele esteve defronte dos seguintes espelhos:

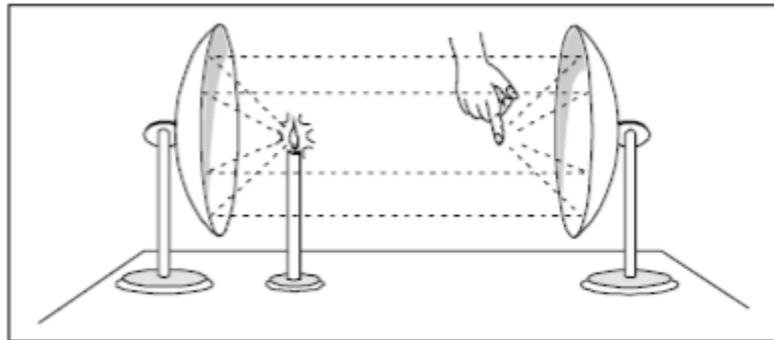
- a) Plano, côncavo e convexo
- b) Convexo, côncavo e plano

- c) Côncavo, plano e convexo
 d) Côncavo, convexo e plano

2 - (OBFEP – 2006) Um painel quadrado que tem gravado uma letra "A" é colocado na frente de uma superfície cilíndrica refletiva. Identifique, nas opções que seguem, a que mostra corretamente a imagem da letra A formada na superfície cilíndrica:



3 - (OBFEP – 2006) Dois espelhos parabólicos e côncavos são dispostos frente a frente de modo que seus eixos principais coincidam. Um aluno



coloca o dedo no foco de um dos espelhos enquanto a chama de uma vela está posicionada no foco do outro.

Analise as proposições:

- I - O aluno sente o aquecimento pois seu dedo recebe mais energia radiante do que é capaz de emitir.
 II - O aluno não percebe nenhuma elevação da temperatura e o único evento percebido consiste na iluminação do dedo.
 III - O aluno sentirá seu dedo esfriar se a vela for substituída por um pedaço de gelo, pois seu dedo estará emitindo mais energia radiante do que o gelo.
 IV - O aluno não sentirá frio se o gelo estiver no lugar da chama pois o gelo não emite radiação.

Está(ão) correta(s) a(s) afirmativa(s):

- a) I apenas.
 b) III apenas.
 c) II e IV apenas.
 d) I e III apenas.

e) II apenas.

4 - (UEM PR/2015) Um objeto extenso, real, direito e de altura H é colocado sob o eixo principal de um espelho esférico côncavo de raio de curvatura de 30 cm, a uma certa distância D do espelho. Com base nessas informações, assinale o que for correto.

01. Quando $H = 3$ cm e $D = 30$ cm, a imagem formada é real, invertida e do mesmo tamanho que o objeto.

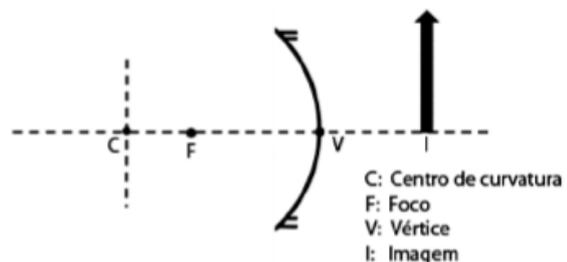
02. Quando $H = 3$ cm e $D = 60$ cm, o aumento linear transversal é de e e a imagem formada é real, invertida e menor que o objeto.

04. Quando $H = 2$ cm e $D = 15$ cm, o aumento linear transversal é de $3x$ e a imagem formada é virtual e direita em relação ao objeto.

08. Quando $H = 2$ cm e $D = 20$ cm, o aumento linear transversal é de $6x$ e a imagem formada é virtual, direita e menor que o objeto.

16. Quando $H = 4$ cm e $D = 40$ cm, a imagem é real, maior e invertida em relação ao objeto.

5 - (UNICAMP SP/2015) Espelhos esféricos côncavos são comumente utilizados por dentistas porque, dependendo da posição relativa entre objeto e imagem, eles permitem visualizar detalhes precisos dos dentes do paciente.



Na figura abaixo, pode-se observar esquematicamente a imagem formada por um espelho côncavo. Fazendo uso de raios notáveis, podemos dizer que a flecha que representa o objeto.

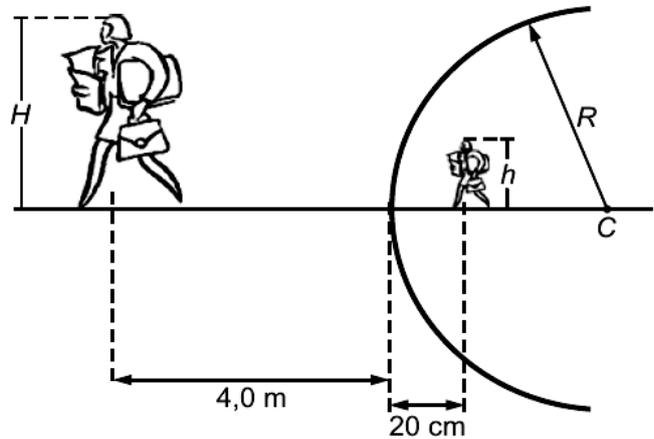
- se encontra entre F e V e aponta na direção da imagem.
- se encontra entre F e C e aponta na direção da imagem.
- se encontra entre F e V e aponta na direção oposta à imagem.
- se encontra entre F e C e aponta na direção oposta à imagem.

6 - (UFU MG/2015) Uma pessoa projeta em uma tela a imagem de uma lâmpada, porém, em um tamanho quatro vezes maior do que seu tamanho original. Para isso, ela dispõe de um espelho esférico e coloca a lâmpada a 60 cm de seu vértice. A partir da situação descrita, responda:

- Que tipo de espelho foi usado e permitiu esse resultado? Justifique matematicamente sua resposta.

b) Se um outro objeto for colocado a 10 cm do vértice desse mesmo espelho, a que distância dele a imagem será formada?

7 - (UNICAMP SP) Para espelhos esféricos nas condições de Gauss, a distância do objeto ao espelho, p , a distância da imagem ao espelho, p' , e o raio de curvatura do espelho, R , estão relacionados através da equação $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$. O aumento linear transversal do espelho esférico é dado por $A = \frac{-p'}{p}$,



onde o sinal de A representa a orientação da imagem, direita quando positivo e invertida, quando negativo. Em particular, espelhos convexos são úteis por permitir o aumento do campo de visão e por essa razão são frequentemente empregados em saídas de garagens e em corredores de supermercados. A figura a seguir mostra um espelho esférico convexo de raio de curvatura R . Quando uma pessoa está a uma distância de 4,0 m da superfície do espelho, sua imagem virtual se forma a 20 cm deste, conforme mostra a figura. Usando as expressões fornecidas acima, calcule o que se pede.

- O raio de curvatura do espelho.
- O tamanho h da imagem, se a pessoa tiver $H = 1,60$ m de altura.

Experimento 3

1 – Tipo de atividade: Em grupo.

2 – Temas abordados:

- Espelhos esféricos;
- Reflexão da luz em espelhos côncavos;

3 – Objetivos:

3.1 – Geral

Entender a aplicação dos raios notáveis para o estudo da formação de imagens nos espelhos esféricos.

3.2 – Específicos

- Construir um espelho esférico parabólico;

- Aquecer pequenos materiais usando o espelho construído;
- Compreender de modo prático a importância dos raios notáveis.

4 – Material utilizado

- Papel alumínio ou superfícies metálicas bem polidas;
- Estrutura parabólica;
- Estrutura que sirva de base de apoio;
- Papel.

5 – Procedimento experimental

Monte uma sequência de procedimento afim de demonstrar que os raios incidentes paralelos ao eixo principal são refletidos para o foco do espelho, onde o papel ficara localizado.

6 – Resultados e comentários

Explique os resultados obtidos à luz da reflexão da luz em espelhos esféricos e comente os erros e acertos produzidos durante a realização da atividade.

Explique por que a temperatura dentro do espelho aumenta tanto.

7 – Referências

Cite as fontes que foram pesquisadas durante a elaboração da atividade experimental.

Conheça um pouco mais:

A sugestão de materiais adicionais segue abaixo com alguns vídeos que auxiliam no entendimento mais claro a respeito de espelhos esféricos, sua importância para as olimpíadas e outros que destacam situações intrigante da reflexão em espelhos esféricos:

1 – História do fogo olímpico



2 – Cerimonia de acendimento da tocha olímpica dos jogos do Rio de Janeiro



3 – A construção de um fogão solar



4 – O criador de fantasmas (associação de espelhos esféricos)



A complexidade do conteúdo pode levar alguns estudantes a apresentarem dificuldade durante o estudo. Dessa forma é importante que ao longo da semana dedicar atenção às demandas dos estudantes e incentiva-los ao estudo em grupo afim de que se apoiem mutuamente. Além disso, apesar da compreensão sobre o funcionamento da experiencia ser relativamente simples, sua execução experimental é complexa, o que pode desmotivar os estudantes durante sua realização.

Obs.: Os estudantes já devem ser instruídos sobre a atividade experimental que será realizada no quinto encontro, afim de já trazerem parcialmente montado no próximo encontro.

3.4 Quarto encontro

O quarto encontro começa com a entrega das câmeras fotográficas confeccionadas pelos estudantes e a indicação de dois estudantes que irão ajudar o professor no restante da montagem do experimento do próximo encontro. Logo após os estudantes são estimulados a apresentarem os resultados dos trabalhos experimentais. Nesta atividade pode ocorrer de alguns grupos não conseguirem realizar com sucesso a atividade, mas mesmo com o insucesso na execução da atividade, os estudantes deverão elencar as limitações que não conseguiram superar, além de proporem novas formas para conseguir lograr êxito.

Em seguida, os grupos apresentam as respostas aos questionamentos elencados na aula anterior e o professor deve ficar atento a participação de todos, haja visto o conteúdo apresentar certo grau de complexidade. Superado esse momento o professor abordou o conteúdo dando ênfase as semelhanças e diferenças entre as imagens obtidas em cada tipo de espelho esférico, fazendo uso de materiais presentes em nosso dia a dia.

A partir daí é importante a abordagem analítica da reflexão da luz em espelhos esféricos e para este tipo de abordagem é interessante a resolução de atividade baseado em

alguns dados colhidos durante a realização do experimento de um dos grupos que tenha conseguido realizar a atividade com sucesso. O professor deve incentivar os estudantes a resolver organizando a resolução em etapas, afim de que todos possam construir individualmente sua resposta.

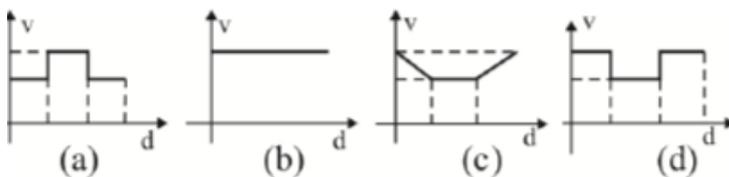
Ao final do encontro o docente deve elencar os conteúdos a serem estudados e o questionário a ser respondido, para o sexto encontro, que versam sobre:

- Refração da luz:
 1. Refração da luz;
 2. Índice de refração;
 3. Leis da refração;
 4. Reflexão total
 5. Situações cotidianas onde ocorre refração.

Nesse momento o professor deve ratificar a necessidade da presença dos estudantes no próximo encontro, pois será a aplicação de uma atividade experimental diferenciada e que remonta ao início da arte de fotografar. O docente também deve já indicar a atividade que os estudantes deverão responder após o período de estudo. O roteiro experimental do quinto encontro e a atividade a ser apresentada no sexto encontro encontram-se a seguir:

Atividade 4

1 - (OBFEP – 2013) Um laser-pointer é ligado para lançar um feixe luminoso através de um aquário cheio de água. O feixe atravessa também uma grande bolha de ar, no interior do aquário. Qual dos gráficos abaixo melhor representa a velocidade V do feixe do laser em função do espaço d percorrido no interior do aquário, de acordo com a descrição feita?



2 - (OBFEP – 2006) Dos fenômenos citados abaixo, NÃO se relaciona(m) com a refração da luz:

- I - A formação do arco-íris.
- II - As miragens observadas nas estradas asfaltadas num dia quente.
- III - A formação das imagens pelas superfícies refletoras.

IV - O poder de aumento de uma lupa ao ser usada para observar um pequeno inseto.

V - A decomposição da luz branca em um prisma óptico de vidro.

A alternativa que atende a solicitação é:

- a) I apenas
- b) II apenas
- c) III apenas
- d) II e IV apenas
- e) II, IV e V apenas.

3 - (OBFEP – 2006) Uma fonte laser se caracteriza por emitir radiação monocromática. Um tipo bem conhecido dessa fonte é a chamada “canetinha laser”, que emite luz vermelha. Diferentemente da “luz branca” de uma fonte comum, pode-se verificar que com a luz deste laser não é possível obter a:

- a) reflexão num espelho plano.
- b) refração num vidro transparente.
- c) interferência com uma rede de difração.
- d) difração num objeto de pequenas dimensões.
- e) decomposição num prisma óptico.

4 - (OBFEP – 2014) Dona Ermínia, a mãe de Bisnaga, soube que o professor Arquimedes estava ajudando o filho. Agradecida, convidou-o para um almoço. Depois do almoço, o professor disse para dona Ermínia que poderia construir um forno solar para ela cozinhar sem gastar gás. Ele construiu uma grande caixa. A parte interna da tampa e as paredes laterais internas da caixa eram espelhadas. O fundo era metal pintado de preto. O professor colocou arroz com água em uma panela preta no interior da caixa. Com a tampa da caixa levantada, colocou um vidro transparente acima da panela tampando novamente a caixa, conforme

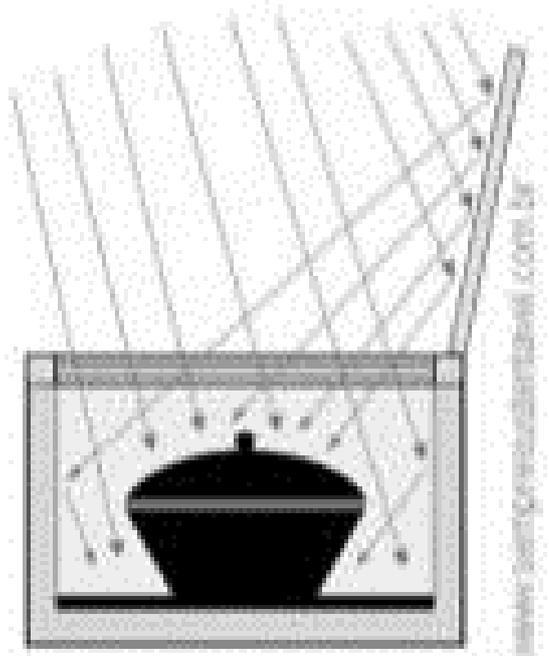


figura. A luz, vinda diretamente do Sol ou refletida pela parte interna da tampa, atravessava o vidro e esquentava a panela e tudo que estava no seu interior. Depois de um tempo o arroz

estava cozido, para espanto e felicidade de dona Ermínia. Bisnaga observava tudo atentamente. Depois da demonstração, ele não se segurou e fez uma pergunta:

- Professor, talvez o vidro não atrapalhe a luz do sol passar para o interior, já que é transparente, mas certamente ele não ajuda nisso. Ele também não faz a intensidade da luz aumentar. Então, porque usá-lo?

- Porque a luz que passa pelo vidro é absorvida pela panela e pelo fundo da caixa aquecendo-os. Ao aquecer essas partes pretas, elas passam a liberar energia em forma de radiação infravermelha e o vidro...

a) ... não deixa passar parte desta radiação, refletindo para o interior da caixa e mantendo-o aquecido.

b) ... absorve toda a radiação infravermelha impedindo que ela nos faça mal.

c) ... transforma a radiação infravermelha em luz, devolvendo energia para o interior da caixa.

d) ... deixa que essa radiação saia do interior da caixa para fora, evitando a contaminação do alimento

5 - (UEPG PR) O fenômeno da refração se caracteriza pelo fato da luz passar de um meio para outro. Sobre esse fenômeno, assinale o que for correto.

01. O desvio que um raio luminoso sofre ao passar de um meio para outro depende da frequência da luz.

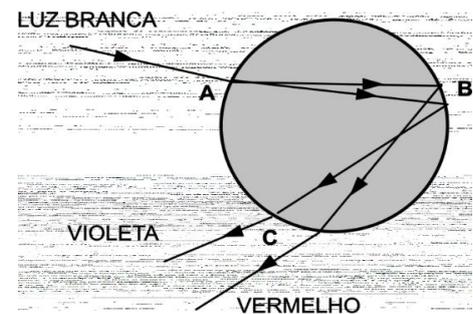
02. Um raio luminoso refratado aproxima-se do normal para qualquer par de meios que se propague.

04. A luz se refrata integralmente quando atinge uma superfície de separação de dois meios transparentes.

08. Para qualquer ângulo de incidência um raio de luz monocromática tem propagação retilínea ao incidir sobre uma superfície de separação de dois meios transparentes.

16. A luz não sofre refração ao passar de um meio para outro, se os meios tiverem as mesmas propriedades físicas.

6 - (UFPR) Descartes desenvolveu uma teoria para explicar a formação do arco-íris com base nos conceitos da óptica geométrica. Ele supôs uma gota de água com forma esférica e a incidência de luz branca conforme



mostrado de modo simplificado na figura ao lado. O raio incidente sofre refração ao entrar na gota (ponto A) e apresenta uma decomposição de cores. Em seguida, esses raios sofrem

reflexão interna dentro da gota (região B) e saem para o ar após passar por uma segunda refração (região C). Posteriormente, com a experiência de Newton com prismas, foi possível explicar corretamente a decomposição das cores da luz branca. A figura não está desenhada em escala e, por simplicidade, estão representados apenas os raios violeta e vermelho, mas deve-se considerar que entre eles estão os raios das outras cores do espectro visível.

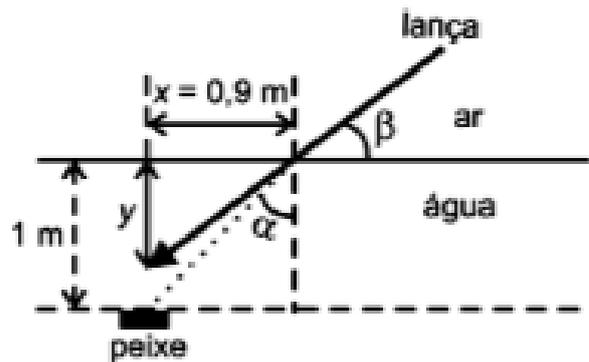
Sobre esse assunto, avalie as seguintes afirmativas:

1. O fenômeno da separação de cores quando a luz sofre refração ao passar de um meio para outro é chamado de dispersão.
2. Ao sofrer reflexão interna, cada raio apresenta ângulo de reflexão igual ao seu ângulo de incidência, ambos medidos em relação à reta normal no ponto de incidência.
3. Ao refratar na entrada da gota (ponto A na figura), o violeta apresenta menor desvio, significando que o índice de refração da água para o violeta é menor que para o vermelho.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente a afirmativa 1 é verdadeira.
- b) Somente a afirmativa 2 é verdadeira.
- c) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas 1 e 3 são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas 2 e 3 são verdadeiras.

7 - (FUVEST SP) Um jovem pesca em uma lagoa de água transparente, utilizando, para isto, uma lança. Ao enxergar um peixe, ele atira sua lança na direção em que o observa. O jovem está fora da água e o peixe está 1 m abaixo da superfície. A lança atinge a água a uma distância $x = 90$ cm da direção vertical em que o peixe se encontra, como ilustra a figura acima.



Para essas condições, determine:

- a) O ângulo α , de incidência na superfície da água, da refletida pelo peixe.
- b) O ângulo β que a lança faz com a superfície da
- c) A distância y , da superfície da água, em que o

Ângulo θ	$\text{sen}\theta$	$\text{tg}\theta$	luz
30°	0,50	0,58	jovem
40°	0,64	0,84	
42°	0,67	0,90	
53°	0,80	1,33	
60°	0,87	1,73	

enxerga o peixe.

NOTE E ADOTE

Índice de refração do ar = 1

Índice de refração da água = 1,3

Experimento 4

1 – Tipo de atividade:

Construção da câmera pinhole de lata: Individual

Colocação do papel fotográfico na lata: professor e alguns estudantes escolhidos pela turma

Realização da fotografia: o dono ou outro estudante escolhido pelo dono da lata

Retirada do papel fotográfico da lata: estudantes escolhidos pela turma

Revelação: professor

2 – Temas abordados:

- Reflexão difusa da luz;
- Formação de imagens numa câmera escura;
- Sensibilidade fotográfica;
- Princípios da Óptica Geométrica;
- Evolução dos processos fotográficos.

3 – Objetivos:

3.1 – Geral

Compreender os princípios da Óptica Geométrica e sua aplicação à fotografia de câmera pinhole de lata.

3.2 – Específicos

- Perceber a evolução tecnológica da produção fotográfica;
- Aplicar os conhecimentos dos princípios de propagação da luz;
- Valorizar a produção fotográfica antiga;

4 – Material utilizado

- 1 lata metálica de 800 g
- Papel fotográfico preto e branco
- Papel cartão ou tinta preta fosca
- 1 prego fino e 1 martelo
- 1 lata de refrigerante vazia
- 1 lixa

- 1 agulha
- Revelador fotográfico
- Fixador fotográfico
- Interruptor fotográfico
- Fita adesiva preta

5 – Procedimento experimental

1. Faça um furo na parte lateral da lata usando o prego e o martelo, e lixe as rebarbas que ficaram, de modo a evitar que alguém se machuque; (estudante)
2. Pinte a parte interna da lata com a tinta preta fosca ou corte o papel cartão de modo a cobrir toda a superfície interna da lata (inferior, superior e lateral) deixando aberta (sem cobrir) apenas a região onde foi feito o orifício; (estudante)
3. Faça um quadrado pequeno com o alumínio da lata de refrigerante, depois faça um furo bem pequeno no papel alumínio e cole do lado de fora da sua máquina fotográfica. **Cuidado:** o furinho da parte do quadrado tem que está perfeitamente alinhado com o furo que você fez na lata. Para confirma o alinhamento passe uma agulha pelos dois orifícios; (estudante)
4. Coloque a fita adesiva cobrindo o furo afim de evitar que a passagem da luz para dentro da lata; (estudante)
5. Em um local escuro (que não seja possível distinguir nada, por total ausência de luz) coloque o papel fotográfico dentro da lata. Pronto sua câmera está pronta. (professor e estudantes indicados pela turma)
6. Apoie a lata numa superfície plana e com o orifício alinhado com ao ambiente que deseja fotografar; (estudante)
7. Retire a fita isolante que recobre o orifício por um período de 10 a 30 segundos dependendo da intensidade da luz ambiente (o período de exposição é inversamente proporcional a luminosidade) e depois feche com cuidado; (estudante)
8. Em um local escuro (que não seja possível distinguir nada, por total ausência de luz) retire o papel fotográfico da lata. (professor e estudantes indicados pela turma)
9. Num quarto iluminado apenas com uma lâmpada vermelha de 15 W, faça o processo de revelação usando para isso o revelador, o fixador e por fim o interruptor fotográfico. (professor)
10. As fotografias obtidas serão os negativos. Portanto precisam ser escaneadas afim de se obter o positivo, que é a forma de imagem que estamos habituados a ver.

6 – Resultados e comentários

Explique o como funciona a câmera pinhole de lata e os resultados obtidos nas fotografias.

7 – Referências

Cite as fontes que foram pesquisadas durante a elaboração da atividade experimental.

Conheça um pouco mais:

Como sugestão de pesquisas que ampliem os horizontes dos estudantes temos:

1 – O mundo de Beakman (refração)



2 – Por que o céu é azul



3 – Reflexão total



4 – Efeito Miragem



5 – Erros na hora de fotografar



3.5 Quinto encontro

A fotografia com câmera pinhole de lata requer planejamento com antecedência, pois exige um preparo tanto do aparato experimental quanto dos materiais que usados na revelação. Caso não tenha experiência com essa atividade uma pesquisa detalhada na internet auxilia em todo o processo de concepção da ideia, compra de materiais e execução da atividade. Saiba também que o erro é muito comum quando não se tem muita experiência com esta atividade.

As atividades do quinto encontro devem ocorrer em local aberto e na presença de luz solar, por isso é importante que o professor avalie o melhor ambiente, e a melhor data para a realização da atividade, e para isso o professor deve dialogar com bastante antecedência com os estudantes, os gestores escolares e os pais, caso a atividade seja realizada fora do ambiente escolar.

Cada estudante de posse de sua câmera pinhole de lata deve apontá-la na direção que queira fotografar, tomando as devidas precauções afim de evitar a exposição prolongada do filme fotográfico à luz, o que compromete a qualidade e o todo o resultado.

Segue abaixo a sugestão de endereços eletrônicos em que podem ser consultados para auxílio na elaboração, compra de materiais e execução do trabalho:

Montagem

Manual do mundo



Compra de materiais



Durante o quinto encontro o professor pode apresentar aos estudantes todo o processo de evolução que a fotografia sofreu desde sua criação até a revolução da imagem que vivemos hoje. O docente deve precaver os estudantes de que diferentemente das fotos atuais que não apresentam problemas em relação a não prestarem, as fotografias da câmera pinhole de lata, queimam com certa facilidade, inutilizando todo o trabalho.

O professor pode organizar uma pequena exposição na escola com as fotografias produzidas nesse processo, o que desperta o interesse não somente dos estudantes envolvidos, mas também de toda a comunidade escolar. Os estudantes serão os apresentadores dos resultados obtidos, explicando todo o caminho percorrido na atividade experimental.

Ao final da atividade experimental o professor deve reforçar junto aos estudantes a necessidade do empenho nas atividades propostas para a próximo encontro.

3.6 Sexto encontro

As atividades do sexto encontro começam com os grupos organizando uma síntese da atividade que foi resolvida a partir do estudo da refração da luz. Em seguida o professor segue com o processo de diferenciação progressiva do conteúdo e seguida da análise comparativa das respostas do questionário com o conteúdo abordado. Neste momento é importante a resolução de questões que tenham abrangência e relevância no conteúdo estudado, e durante este momento o professor precisa organizar a resolução em etapas de modo que o estudante seja incentivado a desenvolver seus próprios resultados.

Ainda durante este encontro o professor deve dar início ao tema Visão Humana, identificando as principais partes do olho humano e suas funções. Depois pode convidar estudantes que tenham problemas de visão a comentar sobre o problema e o quais as limitações que gerava sobre a visão.

No final do encontro deve elencar os conteúdos que serão trabalhados do sétimo encontro:

- Problemas de visão;
 1. Formação da imagem no olho
 2. Doenças da visão
- Refração da luz em lentes esféricas:
 1. Tipos de lentes delgadas;
 2. Propriedades geométricas;
 3. Formação de imagens nas lentes
 4. Correção de doenças usando lentes
 5. Vergência

Entregar o mapa conceitual construído no início da sequência aos estudantes incentiva-los a avaliar o quanto já havia avançado na aprendizagem adquirida, como maneira

de incentivar a prática de estudo antes das aulas como uma das maneiras de desenvolver uma aprendizagem significativa e crítica. Indicar as atividades a serem resolvidas e a atividade experimental a ser realizada antes do próximo encontro e informa-los que durante o oitavo encontro será aplicado uma avaliação somativa individual, com vistas obtenção de uma das notas do período letivo.

Atividade 5

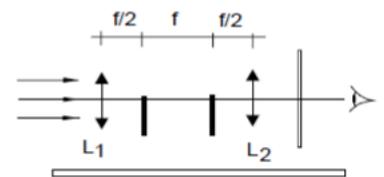
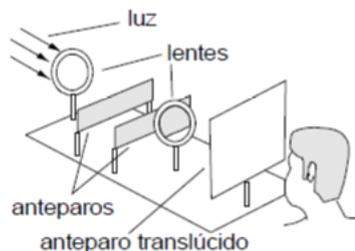
1 – (OBFEP – 2013) Pode-se afirmar que uma lente convergente:

- Forma sempre imagens virtuais invertidas e imagens reais direitas.
- Forma sempre imagem real.
- Forma sempre imagem invertida e menor que o objeto.
- Nenhuma das alternativas anteriores.

2 – (OBFEP – 2013) Para ler as letras miúdas da bula de um remédio, deve-se usar:

- Uma lente divergente de pequena distância focal.
- Uma lente convergente de grande distância focal.
- Uma lente divergente de grande distância focal.
- Uma lente convergente de pequena distância focal.

3 – (OBFEP – 2006) As figuras ao lado representam uma montagem de laboratório e seu respectivo esquema. Nela foram posicionados(as):



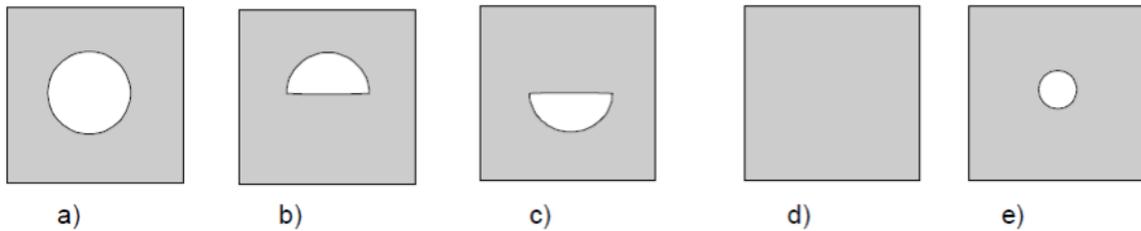
- duas lentes L_1 e L_2

convergentes e iguais, cada uma com distância focal f ;

- dois anteparos opacos, colocados entre as lentes;

- um anteparo translúcido onde será observado o resultado do experimento.

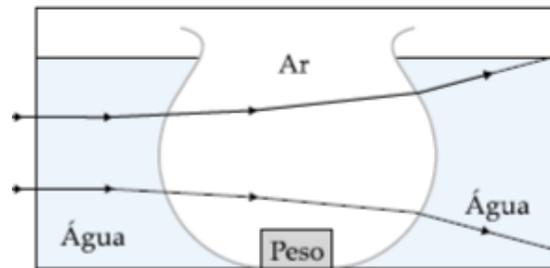
Fazendo incidir, numa das lentes, raios luminosos paralelos ao eixo da montagem, assinale a opção que representa o que o observador deverá ver no anteparo:



4 – (Vunesp) Um aquário esférico de paredes finas é mantido dentro de outro aquário que contém água. Dois raios de luz atravessam esse sistema da maneira mostrada na figura, que representa uma secção transversal do conjunto.

Pode-se concluir que, nessa montagem, o aquário esférico desempenha a função de:

- a) espelho côncavo.
- b) espelho convexo.
- c) prisma.
- d) lente divergente.
- e) lente convergente.



5 – (Fatec-SP) “Olho mágico” é um dispositivo de segurança residencial constituído simplesmente de uma lente esférica. Colocado na porta de apartamentos, por exemplo, permite que se veja o visitante que está no hall de entrada. Quando um visitante está a 50 cm da porta, um desses dispositivos forma, para o observador dentro do apartamento, uma imagem três vezes menor e direita do rosto do visitante. Assinale a opção que se aplica a esse caso quanto às características da lente do olho mágico e o seu comprimento focal:

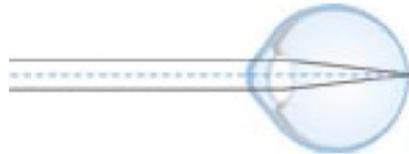
- a) Divergente, comprimento focal $f = - 300$ cm.
- b) Divergente, comprimento focal $f = - 25$ cm.
- c) Divergente, comprimento focal $f = - 20$ cm.
- d) Convergente, comprimento focal $f = + 20$ cm.
- e) Convergente, comprimento focal $f = + 300$ cm.

6 – (Cesgranrio-RJ) Em uma aula sobre óptica, um professor, usando uma das lentes de seus óculos (de grau $+ 1,0$ di), projeta, sobre uma folha de papel colada ao quadro de giz, a imagem da janela que fica no fundo da sala (na parede oposta à do quadro). Para isso, ele coloca a lente a 1,20 m da folha. Com base nesses dados, é correto afirmar que a distância entre a janela e o quadro de giz vale:

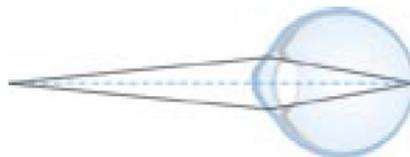
- a) 2,4 m

- b) 4,8 m
- c) 6,0 m
- d) 7,2 m
- e) 8,0 m

7 – (PUC-RJ) As partes essenciais do olho humano, considerado como instrumento ótico, estão descritas a seguir. A parte frontal é curva e é formada pela córnea e a lente cristalina. Quando olhamos para um objeto, a refração da luz na córnea e na lente cristalina produz uma imagem real deste objeto na retina, localizada na parte posterior do olho a uma distância de 2,5 cm. Quando o objeto está muito distante, essa distância córnea-retina corresponde à distância focal do sistema córnea-lente cristalina mostrada na figura acima.



Quando o objeto que queremos enxergar está próximo, a lente cristalina contrai o raio de curvatura para diminuir sua distância focal. Desta forma, a imagem do objeto continua sendo formada na retina, como mostrado na figura a seguir, e podemos enxergar bem o objeto.



Suponha que você esteja lendo um livro à distância de 22,5 cm do rosto. Qual deve ser a distância focal efetiva de seu olho para que possa ler bem o texto?

8 – (Unicamp-SP) Nos olhos das pessoas míopes, um objeto localizado muito longe, isto é, no infinito, é focalizado antes da retina. À medida que o objeto se aproxima, o ponto de focalização se afasta até cair sobre a retina. A partir desse ponto, o míope enxerga bem. A dioptria D , ou “grau”, de uma lente é definida como $D = 1/(\text{distância focal})$ e $1 \text{ grau} = 1 \text{ m}^{-1}$. Considere uma pessoa míope que só enxerga bem objetos mais próximos do que 0,40 m de seus olhos.

- a) Faça um esquema mostrando como uma lente bem próxima dos olhos pode fazer com que um objeto no infinito pareça estar a 40 cm do olho.
- b) Qual a vergência dessa lente?

c) Até que distância uma pessoa míope que usa óculos de “4,0 graus” pode enxergar bem sem óculos?

Experimento 5

1 – Tipo de atividade: Individual.

2 – Temas abordados:

- Visão humana;
- Formação de imagem no olho
- Doenças do olho humano.

3 – Objetivos:

3.1 – Geral

Compreender o processo de formação de imagens em diferentes tipos de problemas associados a olho humano.

3.2 – Específicos

- Identificar o processo de formação de imagem no olho;
- Reproduzir diferentes tipos de doenças associadas ao olho;
- Desenvolver o respeito e empatia aos portadores de necessidades visuais.

4 – Material utilizado

- Celular
- Objeto a ser fotografado

5 – Procedimento experimental

1. Faça uma pesquisa sobre doenças que alteram a visão do globo ocular
2. Acesse a configuração de foco e captura de imagens do celular e vá alterando de fotografe. Compare as fotos afim perceber as diferenças;
3. Reproduza, por meio de fotografias diferentes tipos de doenças que afetam a produção de imagens pelo olho humano, apenas com o auxílio da câmera do celular

Obs.: Não faça uso de editores de imagens

6 – Resultados e comentários

Comente os resultados obtidos e pesquise sobre diferentes maneiras de corrigir os defeitos da visão que você retratou nas fotos. Fale sobre os erros e acertos produzidos durante a realização da atividade.

7 – Referências

Cite as fontes que foram pesquisadas durante a elaboração da atividade experimental.

Conheça um pouco mais:

O estudante terá a oportunidade de conhecer um pouco mais a fundo a relevância da visão e os cuidados que devemos ter, o processo de fabricação de lentes brutas e o processo de produção de lentes de óculos de grau, além de ver a realização de um experimento que usa a refração para derreter diversos materiais:

1 – Doenças da visão (Drauzio Varella)



2 – Cuidados com a visão



3 – Fabricação de lentes brutas



4 – Fabricação de lentes de óculos de grau



5 – Lupa Gigante



3.7 Sétimo Encontro

O encontro inicia-se com os estudantes organizados em grupo apresentando os resultados da experiência sobre os problemas de visão, depois são confrontados com o processo de elaboração de desenho que identificasse as principais partes do olho humano. Logo após, ainda em grupo, fazem uma síntese da atividade, e com base no material produzido o professor fez a diferenciação progressiva da função da refração no processo de formação de imagens em lentes e sua relação com a correção dos problemas de visão. Neste momento o professor trabalhou exercícios relacionados cálculo da vergência (comumente chamado de grau), e ressaltou a importância de se consultar o profissional especializado para realização de consultas e exames. Os estudantes, no final da abordagem dos conteúdos, são estimulados a construir outro mapa conceitual sobre os conteúdos vistos ao longo da sequência, a partir do uso das imagens utilizadas no início da sequência. No fim do encontro os estudantes são lembrados da avaliação que seria realizada no próximo encontro e incentivados a revisar os conteúdos estudados.

3.8 Oitavo encontro

Durante o oitavo momento da aplicação da sequência didática deve ser aplicada a avaliação somativa, em que se elenca elencadas questões relacionadas aos conteúdos desenvolvidos ao longo da sequência e que explicitasse o grau de compreensão dos estudantes com relação ao tema (ver Apêndice B). Depois desse momento os estudantes respondem ao pós-teste afim de balizar o trabalho e ser feitas comparações com os resultados do pré-teste. Após esses momentos os estudantes avaliam a sequência didática e sua aplicação a usando um questionário que usa como critérios avaliativos a escala de Likert. O questionário está localizado no Apêndice C.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As inúmeras aplicações da Óptica Geométrica em nosso cotidiano pode ser um grande aliado no processo de ensino, uma vez que há a possibilidade de utilização em diversas situações da vida do estudante. O uso das redes sociais, a necessidade de compreender a formação de imagens em instrumentos como espelhos, lentes ou mesmo em nosso sistema visual, pode servir de mecanismo para motivar o discente na busca de significados para os conteúdos estudados.

Para além de um produto pronto e acabado, este trabalho é um material de apoio afim de auxiliar docentes no uso de diferentes instrumentos que tornem a aprendizagem dos estudantes significativa, reflexiva e por fim crítica, de forma que o estudante possa, para além da mera aprendizagem de conteúdos, os discentes possam utilizar os conhecimentos adquiridos para compreender e transformar a realidade que os cerca.

REFERÊNCIAS

- ALVARELLI, D. **Como são feitas as lentes (Nikkor) da Nikon**. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=_dpEkmRX2d0. Acesso em: 11 set. 2017.
- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. and HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. 2nd. ed. New York, Holt Rinehart and Winston, 1978
- CHAVES, A. **Evolução estelar**. Disponível em: <http://www.observatorio.ufmg.br/Pas104.htm>. Acesso em: 07 set. 2017.
- CIÊNCIA TODO DIA. **Quanto Tempo a Luz do Sol REALMENTE Leva Para Chegar na Terra?**. Disponível em: <https://m.youtube.com/watch?v=MeAYlgnzSQs>. Acesso em 07 set. 2017.
- _____. **A verdade por trás do céu azul**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7c2tZmD4BJQ>. Acesso em: 10 set. 2017.
- COOPER, R. **VIDEO AULA 1 Ótica Oftálmica - Refração da Luz (Mundo de Beckman)**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=nTiq733vPFU>. Acesso em: 10 set. 2017.
- FÁVERO, M. H, e SOUSA, C. M. S. G; Análise de uma Situação de Resolução de Problemas de Física, em Situação de Interlocução entre um Especialista e um Novato, à Luz da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud. **Investigação em Ensino de Ciências**, ano 6, n. 2, 2001.
- KARIOCA, A. **Cerimônia da tocha olímpica é iniciada em Athenas**. Disponível em: <https://m.youtube.com/watch?v=od6I2aWOS24>. Acesso em: 09 set. 2017.
- MAGO DA FÍSICA. **Reflexão Total da Luz (Visualização)**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=mFVfXsqpNh4>. Acesso em: 10 set. 2017.
- _____. **A Curva da Luz (Efeito Miragem)**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=UmHa-RbofVM>. Acesso em: 10 set. 2017.
- MANUAL DO MUNDO. **Como fazer um espelho infinito experiência de ótica**. Disponível em: <https://m.youtube.com/watch?v=0gamlfbFpNU>. Acesso em: 08 set. 2017.
- _____. **Experiência do espelho mágico para copiar desenhos**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=6x2j2fh-fVY>. Acesso em: 08 set. 2017.
- _____. **Ilusão da cabeça cortada - aprenda a fazer!** Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KsgeeQKQviA>. Acesso em: 08 set. 2017.
- _____. **Fogão solar parabólico (experiência de Física)**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KIJ24jn2uk8>. Acesso em: 09 set. 2017.
- _____. **O espelho criador de fantasmas (experiência de Óptica)**. Disponível em: <

<https://www.youtube.com/watch?v=Y3fMCbXO8gQ>. Acesso em 09 set. 2017.

_____. **Fizemos uma lupa gigante que passa de 600 graus.** Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Xz7LmeywzH8>. Acesso em: 11 set. 2017.

MOREIRA, M.A. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa.** 1997. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>> Acesso em: 25 ago. 2017.

_____. **Pesquisa em Ensino: Aspectos Metodológicos.** 2003. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/pesquisaemensino.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2017.

_____. **Aprendizagem Significativa Crítica.** Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2005.

_____. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula.** Brasília, Editora da UnB, 2006.

_____. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa.** São Paulo: Centauro Editora. 80p.

NEWSERRADO. **032- O segredo das coisas – Espelho.** Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Xdhw4-sXZRw>. Acesso em: 08 set. 2017.

NILSONDM. **História do Fogo Olímpico - parte I.** Disponível em: https://m.youtube.com/watch?v=epZ4UP_-Tec. Acesso em: 09 set. /2017.

_____. **História do Fogo Olímpico - parte II.** Disponível em: https://m.youtube.com/watch?v=epZ4UP_-Tec. Acesso em: 09 set. /2017.

NOGUEIRA, F. R. A. **Uma proposta para o ensino de ótica na EJA- Nível Médio.**

NUSSENZVEIG, H.M., **Curso de Física Básica**, v. 4, São Paulo: Edgar Blücher, 1998.

ÓPTICA. Portal Infoescola.. Disponível em: <https://www.infoescola.com/optica/>. Acesso em: 02 ago. 2017.

ÓPTICA. Portal Só Física. Disponível em: <http://www.sofisica.com.br/>. Acesso em 02 ago. 2017.

ÓPTICA. Portal Física Net. Disponível em: <http://www.fisica.net/>. Acesso em: 02/ago. 2017.

PORTAL e-Física. Disponível em: <http://efisica.if.usp.br/optica/basico/geometrica/>. Acesso em: 02 ago. 2017.

PIETROCOLA, M. POGIBIN, A. OLIVEIRA, R. e ROMERO, T. **Física em Contextos: Pessoal. Social e Histórico: Energia, Calor, Imagem e Som:** vol. 2. São Paulo: FTD, 2011.

PROFESSOR HONDA. **Cuidados com a visão.** Disponível em: <http://professorhonda.blog.br/>. Acesso em: 10 set. 2017.

SANTISTA CLASS ÓTICA. **Como são feitos os óculos.** Disponível em: <https://m.youtube.com/watch?v=mTbmK2yFGnA>. Acesso em: 11 set. 2017.

SANTOS, J. R. dos. **Aprendizagem Ativa:** Uma proposta para o ensino de Luz e Som, dissertação, São Cristóvão, 2016 89 p. UFSergipe

SCHITTLER, D. e MOREIRA, M. A. **Laser de rubi:** uma abordagem baseada em unidades de ensino potencialmente significativas. Latin American Journal of Physics Education. 263-273

SCORPION - DOCUMENTÁRIOS E VARIEDADES. **Os Segredos do Universo – Hubble = HD Dublado 2017.** Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=W1spM3kxVFQ>. Acesso em: 07 set. 2017

SILVA, P. F. Z. de O. E. **Experimentação em óptica nas séries finais do Ensino Fundamental:** uma compreensão fenomenológica, Ponta Grossa – PR, 2014, 96 p.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. **Óptica.** Portal Mundo Educação. Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/optica.htm> Acesso em: 02 ago. 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA: **Portal Pion,** Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/v1/novopion/index.php/publicacoes/materiais-didaticos_ Acesso em: 02 ago. 2017.

SOCRÁTICA PORTUGUÊS. **O que são estrelas de nêutrons? (Astronomia)** Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=mRuYo68dWPg>. Acesso em 07 set. 2017.

TV CÂMARA DE PORTO ALEGRE. **História em Movimento: Origem e Evolução da Lâmpada Elétrica.** Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=n3lNiwsIh7Y>. Acesso em: 07 set. 2017.

VARELLA, D. **Visão.** Disponível em: <https://drauziovarella.uol.com.br/tag/visao/>. Acesso em: 10 set. 2017.

VERGNAUD, G.. **Quelques problèmes théoriques de la didactique a propos d'un exemple:** les structures additives. Atelier International d'Eté: Recherche en Didactique de la Physique. La Londe les Maures, França, 26 de junho a 13 de julho, 1983.

_____. **La théorie des champs conceptuels.** Recherches em Didactique des Mathématiques, 10 (23), 1990.

_____. **Teoria dos campos conceituais.** In: NASSER, L. (Ed.). I SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, Rio de Janeiro. Anais do Seminário Internacional de Educação Matemática. p. 1-26, 1993.

_____. **A trama dos campos conceituais na construção dos conhecimentos.** Revista do GEMPA, Porto Alegre, Nº 4, 1996, p. 9-19.

_____. **The nature of mathematical concepts.** In Nunes, T. & Bryant, P. (Eds.) Learning and teaching mathematics, an international perspective. Hove (East Sussex), Psychology

Press Ltd, 1997.

_____ REVISTA NOVA ESCOLA. Disponível em:
<https://novaescola.org.br/conteudo/960/gerard-vergnaud-todos-perdem-quando-a-pesquisa-nao-e-colocada-em-pratica>. Acesso em: 07/07/2018

_____ **O longo e o curto prazo na aprendizagem da matemática.** Educar em Revista, n. Especial 1/2011, Editora UFPR: Curitiba, p.15-27, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário pré e pós teste

1º) Você já viu um eclipse solar ou lunar ao vivo, ou pelos meios de comunicação. Você sabe como e por que um eclipse se forma? Qual a explicação para em determinados locais ele ser visto parcialmente e em outros ele ser visto totalmente?

2º) Uma vez, ao ver um buraco no telhado do meu quarto na casa dos meus pais, observei que as sombras das nuvens se movimentavam no sentido contrário do que eu via quando estava na rua. Por que isso acontece?

3º) Você conhece algum problema de visão que possa ser corrigido usando lentes? Qual(is)?

4º) Qual o caminho percorrido pela luz ao sair do Sol até chegar aos seus olhos? Será que a luz sofre alguma alteração em suas propriedades durante esse percurso?

5º) Por que durante a maior parte do dia o céu fica azul, mas no começo e no final do dia ele fica com a uma coloração amarela alaranjada?

6º) Se colocar a bandeira da Brasil em uma sala que tenha uma luz vermelha quais as cores que veremos no(a)

- a) Retângulo
- b) Losango

- c) Circulo
- d) A faixa branca e as estrelas
- e) E as letras

7º) Por que um índio, na margem de um rio, não pode atirar sua flecha na direção que ele vê o peixe, mesmo que esse peixe esteja dormindo imóvel?

8º) Desenhe um espelho plano, um espelho côncavo e um espelho convexo e explique onde você os usa, ou os observa em seu dia a dia.

9º) A banda larga brasileira é lenta. No Japão já existem redes de fibras ópticas, que permitem acessos à internet com velocidade de 1 gigabit por segundo (Gbps), o suficiente para baixar em um minuto, por exemplo, 80 filmes. No Brasil a maioria das conexões ainda é de 1 megabit por segundo (Mbps), ou seja, menos de um milésimo dos acessos mais rápidos do Japão. A fibra óptica é composta basicamente de um material dielétrico (sílica ou plástico), segundo uma estrutura cilíndrica, transparente e flexível. Ela é formada de uma região central envolta por uma camada, também de material dielétrico, com índice de refração diferente ao do núcleo. Um dos instrumentos mais importantes para a comunicação mundial é a internet. A cada dia dependemos mais dela. A comunicação na rede mundial de computadores ocorre em sua grande parte por meio de cabos submarinos e subterrâneos que carregam uma fibra óptica em seu interior. Você saber como funciona uma fibra ótica?

10º) Como são formadas as cores do arco-íris?

11ª) Quando andamos em uma estrada é comum olharmos umas poças de agua bem distantes, mas quando chegamos perto não a avistamos. É aí que percebemos que a imagem foi apenas uma miragem. Por que isso acontece?

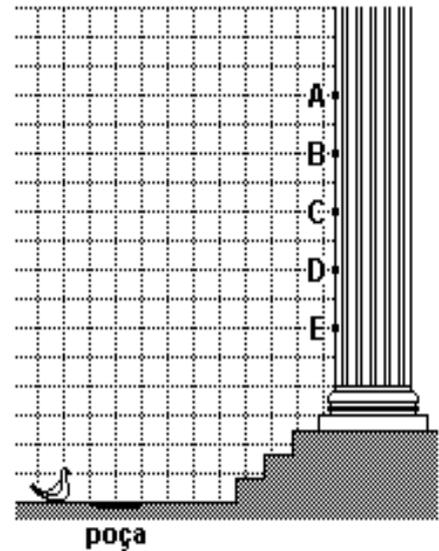
12º) Por que obtemos diferentes imagens na parte interna de uma colher metálica bem polida?

13º) você sabe as diferenças entre as lentes oculares usadas para ver imagens perto e para ver imagens longe?

14º) Quais aparelhos você conhece que usam lentes? Cite algumas características dessas lentes.

15º) (FGV 2007) A REALIDADE E A IMAGEM
 O arranha-céu sobe no ar puro lavado pela chuva
 E desce refletido na poça de lama do pátio.
 Entre a realidade e a imagem, no chão seco que as
 separa,
 Quatro pombas passeiam. (Manuel Bandeira)
 Diante da suntuosa fachada neoclássica do arranha-céu,
 uma pomba observa o reflexo de parte de uma coluna
 em uma poça a sua frente.

- A) A
- B) B
- C) C
- D) D
- E) E



APÊNDICE B – Avaliação Somativa

1º) Analise as questões abaixo e responda.

a) O professor de física tem uma dificuldade enorme de enxergar objetos que estão longe de seus olhos. Qual o problema de visão dele? Qual o tipo de lente deve ser usada para a correção desse problema?

b) Na última consulta de vista o professor Gladiston foi surpreendido pois terá que usar uma lente de + 5 di (comumente chamado de “graus”). Qual o tipo de lente que ele terá que usar? Qual a distância focal da lente? A dificuldade de enxergar é para perto ou para longe? Explique.

2º) (UEG – questão adaptada pelo professor) Por possuir a propriedade de ampliar ou diminuir o campo visual do observador, os espelhos esféricos apresentam várias aplicações. Uma dessas aplicações pode ser vista na charge ao lado. As imagens fornecidas pelos espelhos convexos

- São sempre reais, menores e invertidas
- São sempre virtuais, maiores e invertidas
- São sempre reais, menores e invertidas
- São sempre reais, maiores e direitas
- São sempre virtuais, menores e direitas



3º) No cerrado brasileiro ou na floresta de sequoias da América do Norte o fogo é essencial para a quebra da dormência de algumas sementes espalhadas por essas florestas. Nesses casos, o fogo surge de processos naturais como a queda de raios sobre as árvores. Mas há casos de queimadas que são originadas por descuido humano, como uma ponta de cigarro jogada sobre uma vegetação seca ou um pedaço de vidro lançado as margens de uma estrada. Como um pedaço de vidro pode originar uma queimada em uma floresta como o cerrado?

4º) Um outdoor publicitário apresentava uma multidão em frente a um cartão postal da cidade de Santa Helena. Um estudante da escola observou com mais atenção e percebeu que a parte que parecia ser uma multidão era apenas a repetição da uma mesma imagem colocada lado a lado. Ele contou e viu que haviam 10 repetições, algumas delas perfeitas e outras faltando algumas partes. Explique como é possível formar uma imagem assim,

usando os conhecimentos da óptica geométrica.

5º) Em quase todos os locais do mundo os semáforos apresentam as mesmas cores significativas: Verde – Siga, Amarelo – Atenção e Vermelho – Pare. Nos EUA é comum aparecer a inscrição STOP (PARE) quando o sinal vermelho está ativo. Por que eles colocam essa inscrição junto ao sinal?

6º) Emanuel estava olhando através da janela de seu quarto, quando atentou para um carro que estava do lado de fora com o símbolo da montadora bem à frente de seus olhos. Ele percebeu que o carro parecia ter lados diferentes quando olhado diretamente, em virtude de um lado da janela está aberto e o lado fechado possuir um vidro transparente.

a) Como você explicaria essa diferença, sabendo que o carro está em perfeito estado de conservação?

b) O que ele deveria fazer para corrigir essa distorção?

7º) O professor Nonato já foi âncora de telejornal. As câmeras costumavam “engordar” o professor Nonato.

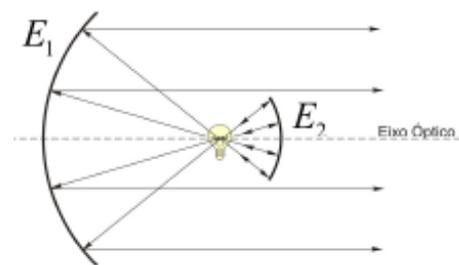
a) Qual palavra substitui com melhor precisão a palavra “engordar”?

b) Quais os tipos de lentes apresentam essa capacidade?

c) Qual o tipo de lente usada nessas câmeras?

8º) Por motivos de segurança, a eficiência dos faróis tem sido objeto de pesquisa da indústria automobilística. Em alguns automóveis, são adotados faróis cujo sistema óptico é formado por dois espelhos esféricos E_1 e E_2 como mostra a figura. Com base na figura, é CORRETO afirmar que a localização da lâmpada está:

- nos focos de E_1 e de E_2 .
- no centro de curvatura de E_1 e no foco de E_2 .
- nos centros de curvatura de E_1 e de E_2 .
- no foco de E_1 e no centro de curvatura de E_2 .
- em qualquer ponto entre E_1 e E_2 .



9º) (UFSC – questão adaptada pelo professor) Uma mãe zelosa de um estudante preocupada com o nervosismo do filho antes da prova de física, preparou para ele uma solução de água com açúcar para acalmá-lo. Sem querer, a mãe fez o filho relembra alguns conceitos relacionados à luz, quando o mesmo observa a colher no copo com água. Analise as afirmações abaixo:

I - A luz se propaga em linha reta.

II – A velocidade da luz independe do meio em que se propaga.

III – Uma colher dentro do copo parece quebrada, pois a direção da propagação da luz muda ao se propagar do ar para a água.

IV - A velocidade da luz na água e no ar é a mesma.

V - A luz é refratada ao se propagar do ar para a água.

Marque a alternativa que apresenta todas as que são corretas

a) I, II e IV

b) I, III e V

c) II, III e V

d) I, IV e V

e) I, II e V

10º) (UFG – questão adaptada pelo professor) Em abril de 2020, o telescópio espacial Hubble completará 30 anos em órbita. O avanço na obtenção de imagens permitiu descobertas de novas galáxias e informações sobre a matéria escura presente no Universo. Inicialmente, ele apresentou diversos problemas obrigando a NASA a enviar astronautas para fazerem reparos. Dentre esses problemas, a aberração esférica, em que os raios de luz que incidem sobre as bordas do espelho são desviados para um ponto diferente dos raios que incidem na região central do espelho. Esse problema pode ser corrigido dando-se um formato parabólico à curvatura do espelho. Faça um desenho que represente o problema da aberração esférica.

APÊNDICE C – Questionário de avaliação da sequência didática

1º) As metodologias que o professor utilizou em sala me ajudaram a perceber a importância da Óptica Geométrica no meu cotidiano

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Nem concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2º) Percebi a importância da reflexão regular e difusa como mecanismos para que a luz atinja meus olhos.

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Nem concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3º) Compreendi a reflexão regular em espelhos planos e esféricos e suas aplicações em meu dia a dia.

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Nem concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4º) Notei que a refração é um fenômeno extremamente relevante para explicar muitos acontecimentos da natureza, tais como o lápis se quebrar quando imerso parcialmente na água, ou a miragem em estradas e desertos, ou ainda quando vemos o fundo de uma piscina parecer perto da superfície, mesmo quando está tem grande profundidade.

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Nem concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5º) A metodologia utilizada foi imprescindível para que relacionasse a teoria à prática

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Nem concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6º) Por meio da associação de espelhos planos, a fotografia na lata e a demonstração dos diferentes tipos de lente pude notar a utilidades práticas da Óptica Geométrica.

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Nem concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7º) Entender a anatomia do olho humano e os problemas de visão ligados à problemas

morfológicos no olho foi muito relevante.

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Nem concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8º) Os esquemas apresentados em sala foram importantes para a compreensão sobre o funcionamento do olho.

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Nem concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9º) As atividades propostas fundamentaram com qualidade o conteúdo estudado em sala.

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Nem concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10º) Nesse espaço você terá a oportunidade de fazer críticas e sugestões sobre as atividades desenvolvidas de forma a melhorar o trabalho do professor pesquisador que tenha contato com os trabalhos que serão produzidos a partir dessa pesquisa.
