



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**O ESTUDO DE CONCEITOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA E ONDULATÓRIA A  
PARTIR DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA**

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**FERNANDO SILVA SOUTO**

**Vitória da Conquista - Bahia**  
**Abril – 2023**

**FERNANDO SILVA SOUTO**

**O ESTUDO DE CONCEITOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA E ONDULATÓRIA A  
PARTIR DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia como parte das exigências do Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristina Porto Gonçalves

**Coorientador:** Prof. Dr. Luizdarcy de Matos Castro

**Vitória da Conquista - Bahia  
Abril – 2023**

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>04</b>
<b>SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....</b>	<b>06</b>
<b>APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....</b>	<b>06</b>
<b>CRONOGRAMA DA APLICAÇÃO DA UEPS .....</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>36</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>39</b>

## APRESENTAÇÃO

O produto educacional (PE) aqui apresentado foi elaborado a partir da dissertação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, e constitui-se num guia de orientações para os docentes do Ensino Médio que podem ser adaptada a cada realidade. Visa contribuir com prática docente, em busca de alternativas para a melhoria do ensino e da aprendizagem, com metodologias ativas que estimulem o protagonismo dos alunos com atividades individuais e colaborativas em busca de um conhecimento crítico e com significados.

Visando a importância de realizar novas estratégias para ensinar Física no Ensino Médio, desenvolveu-se uma pesquisa, intitulada **“O Estudo de Conceitos da Óptica Geométrica e Ondulatória a partir de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa”** com a construção de experimentos de baixo custo e um jogo pedagógico, que permitiu aos alunos do 2º ano, de forma ativa, externalizar o conhecimento adquirido com significados.

O presente PE fundamenta-se na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica - TASC de Marco Antônio Moreira (2011), sob a luz da teoria da Aprendizagem Significativa – TAS de David Ausubel (1918 – 2008), tem com objetivo, facilitar a aprendizagem dos alunos, a partir de um conhecimento prévio para a assimilação de um novo conhecimento.

A UEPS aplicada por este Produto Educacional é uma metodologia que ajuda a promover a aprendizagem. Foi proposta por Marco Antônio Moreira (2011) com princípios facilitadores de uma aprendizagem significativa crítica. Esta, possui implicações diretas na organização do ensino, podendo guiar o professor através de oito passos na mediação de um ensino sistematizado, crítico, e que dê sentido e significados aos alunos.

Sendo assim, foi desenvolvida uma UEPS na modalidade de ensino híbrido (modelo de educação que propõe que a aprendizagem deve acontecer tanto no espaço físico da sala de aula, quanto em plataformas digitais de ensino – é uma tendência atual na educação, combinando elementos do presencial e *online*), em uma escola pública no interior da Bahia, com alunos do 2º ano do Ensino Médio.

Foram utilizadas estratégias pedagógicas diversificadas e contextualizadas com a realidade dos alunos e de suas experiências vividas. A sequência didática foi

aplicada em 13 encontros, 15 horas/aulas presenciais, uma aula online no *Google Meet* e interações sociais nas plataformas de *Whatsapp* e *Google Classroom*, entre os meses de maio a agosto de 2022, totalizando 16 horas/aulas, onde os alunos foram os principais sujeitos do processo ensino-aprendizagem.

Este PE tem como diferencial a realização de atividades didático-pedagógicas diferenciadas, com a mediação do professor, com atividades individuais e colaborativas realizadas através de plataformas digitais e presencial na Unidade Escolar. No desenvolvimento da sequência didática, os alunos puderam escolher o melhor horário para a realização de suas atividades extraclasse (em casa), receberam orientações via plataforma *Hangouts Meet*, no *Google Classroom* e pelo aplicativo de *Whatsapp*, mas, foi na escola, no ensino presencial (descritos em 13 encontros), que houve uma maior interação entre os alunos como centro do processo de ensino aprendizagem.

Na aplicação da UEPS, foram utilizadas as seguintes estratégias de ensino: vídeos, textos, simulações computacionais, jogos e experimentos de forma progressiva, onde os alunos foram estimulados a dialogar e fazer questionamentos sobre algumas curiosidades vivenciadas no dia a dia, elaboraram eles mesmos situações-problemas sobre o tema trabalhado, responderam cruzadinhas, questionários físicos (impressos) e digitais na plataforma do *Google Formulários*, leram textos, construíram mapas conceituais, fizeram novas descobertas com a apresentação dos experimentos na Feira de Ciências em níveis mais elevados aos conhecimentos prévios que já possuíam e confeccionaram um jogo de dominó pedagógico com perguntas e respostas sobre os fenômenos ondulatórios no ensino de Óptica (jogo este, tão praticado por eles nos intervalos entre as aulas).

Este Produto Educacional proporcionou uma aprendizagem crítica e significativa, pois, evidenciou o interesse e o protagonismo dos alunos, observado em suas interações sociais, através de uma comunicação assertiva e integrativa, onde os mesmos desenvolveram habilidades socioemocionais (modo como uma pessoa pensa, sente, decide e age em determinadas situações) e senso de coletividade.

Enfim, foram vários momentos de descontração e alegria entre os alunos, onde, desenvolveram de forma satisfatória, todas as atividades propostas pelo professor, construindo assim, o próprio conhecimento de forma ativa, dinâmica e lúdica.

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A proposta desta sequência didática, inicia-se com a escolha do tema, primeiro passo sugerido por Moreira (2011) na aplicação de uma UEPS. Sendo assim, o tema escolhido para ser abordado com os alunos, diz respeito **ao estudo de conceitos da Óptica Geométrica**, tendo em vista a Teoria da aprendizagem significativa.

Ao definir o tema de trabalho, o professor precisa investigar os conhecimentos prévios, dialogar com a turma e propor situações-problemas que estimulem o aluno a externalizar o conhecimento já adquirido no seu dia a dia. Fazer com que os mesmos reflitam, questionem, e participem ativamente do processo de ensino. Os alunos precisam compreender que os conceitos físicos a serem abordados vão muito além de resolver equações matemáticas e decorar equações pré-estabelecidas. Eles precisam entender como o tema se relaciona com seu cotidiano, precisa compreender e interagir com o fenômeno para que a aprendizagem tenha significados no seu contexto social. O professor precisa compreender que os alunos possuem tempos diferentes de aprendizagem e que cada um carrega consigo uma “bagagem” de conhecimentos.

Esta sequência didática aborda o estudo da Óptica Geométrica e seus fenômenos ondulatórios relacionados ao comportamento da luz que ocorrem cotidianamente na natureza. Este Produto Educacional está fundamentado pelas seguintes bibliografias utilizadas pelo professor: Young e Freedman (2009); Tipler (2000); Serway e Jewett (2004); Halliday, Resnick, Walker (2007); Nussenzveig (1997) e Moreira (2017).

## APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Seguindo a proposta de Moreira (2011), exposta nesta dissertação de Mestrado juntamente com seu Produto Educacional, foi elaborada a sequência didática apresentada a seguir.

**1ª aula:** Uma aula – 50 minutos

**Objetivo:** Apresentar a sequência didática com aplicação do produto educacional e viabilizar o ensino híbrido com a criação dos grupos nas plataformas digitais.

**Atividade:** Aula expositiva e dialogada com os alunos do 2º ano do ensino médio, para apresentação da proposta (situação-problema) de ensino e do tema de pesquisa a ser abordado (sobre o estudo de conceitos da óptica ondulatória usando uma UEPS). O professor explicou e fez uma demonstração de alguns experimentos produzidos pelo professor, a exemplo, do espectroscópio caseiro e da câmara escura. O espectroscópio caseiro permite visualizar a composição espectral (ou cromática) de uma fonte luminosa. Possui uma rede de difração colocada no seu interior para decompor a luz que incide sobre uma fenda, produzindo um espectro na região de saída. Os espectroscópios podem ser utilizados pela ciência em análises químicas e para conhecermos melhor as estrelas. Com esse equipamento, os astrônomos determinam a temperatura e a composição química dos astros celestes. Já a câmara escura foi a primeira grande descoberta da fotografia. É uma caixa composta por paredes opacas, que possui um orifício em um dos lados, e na parede paralela a este orifício, uma superfície fotossensível é colocada. O funcionamento da câmara escura é de natureza física. Esse experimento da óptica geométrica permite observar o princípio da propagação retilínea da luz, onde os raios luminosos que atingem o objeto e passem pelo orifício da câmara sejam projetados no anteparo fotossensível na parede paralela ao orifício. Esta projeção produz uma imagem real invertida do objeto na superfície fotossensível. Quanto menor o orifício, mais nítida é a imagem formada, pois a incidência de raios luminosos vindos de outras direções é bem menor.

Criação da turma no *Google Classroom* e do grupo de *Whatsapp* para envio de atividade e orientações que foram desenvolvidas na aplicação da UEPS.

**2ª aula:** Uma aula – 50 minutos

**Objetivo:** Verificar as concepções prévias (subsunçores) dos alunos sobre o comportamento da luz, associados à óptica ondulatória.

**Atividade:** Foi aplicado um **questionário 1**, avaliação diagnóstica individual e presencial, com doze questões, tentando levantar os conhecimentos prévios – Subsúncos existentes na estrutura cognitiva dos alunos, ou seja, o que eles já sabiam sobre o tema. Esse questionário, propôs algumas situações-problemas que fizeram os alunos refletirem e externalizar o conhecimento prévio sobre o comportamento da luz em seu dia a dia, a exemplo: O que é a luz para você? Por que o céu é azul? Como se forma o arco-íris?

### QUESTIONÁRIO 01

- ❖ Questionário para levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos do 2º ano do ensino médio a partir do conceito de luz e dos fenômenos ondulatórios no ensino de óptica, tendo em vista uma aprendizagem significativa.

1º) O que é luz para você?

---



---

2º) Você conseguiria enxergar sem a luz? Você sabe como as imagens fazem para chegar até nossos olhos?

---

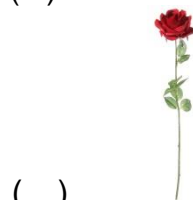
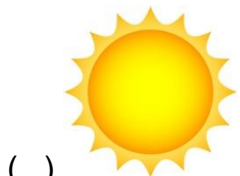


---

3º) Relacione as imagens abaixo:

( 1 ) Fonte de luz primária

( 2 ) Fonte de luz secundária



4º) Você sabe o que estuda a óptica?

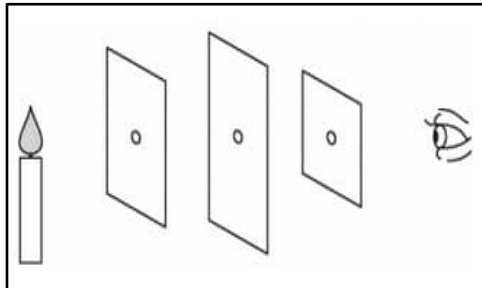
---



---



5º) A óptica está subdividida em óptica física e óptica geométrica. Qual princípio da óptica geométrica permite que através desses três orifícios, um observador consiga enxergar a chama de uma vela?



- a) Princípio de independência dos raios de luz.
- b) Princípio de reversibilidade dos raios de luz.
- c) Princípio da propagação retilínea dos raios da luz.
- d) Princípio da reflexão dos raios de luz.

6º) O que é uma onda? Descreva e faça um pequeno desenho abaixo.

---

---

---

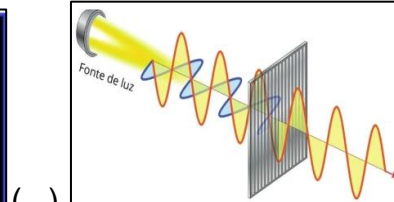
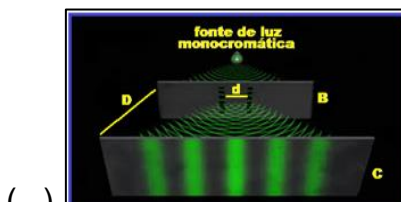


7º) Marque a alternativa **falsa** sobre os fenômenos ondulatórios?

- a) Perturbação ou abalo que se propaga carregando certa quantidade de energia.
- b) Fenômenos ondulatórios são comportamentos que as ondas possuem ao esbarrar com obstáculos ou ao mudar de meio.
- c) As ondas podem ser classificadas com relação à sua natureza de vibração como mecânicas e eletromagnéticas.
- d) Os sete tipos de fenômenos ondulatórios são: reflexão, refração, polarização, dispersão, difração, interferência e ressonância.
- e) A velocidade de uma onda não depende do meio em que ela se propaga.

8º) Relacione as imagens enumeradas da linha de cima com as imagens abaixo.

( 1 ) Reflexão ( 2 ) Refração ( 3 ) Difração ( 4 ) Dispersão ( 5 ) Interferência  
( 6 ) Polarização



9º) Você sabe como se forma as cores visíveis do arco-íris?

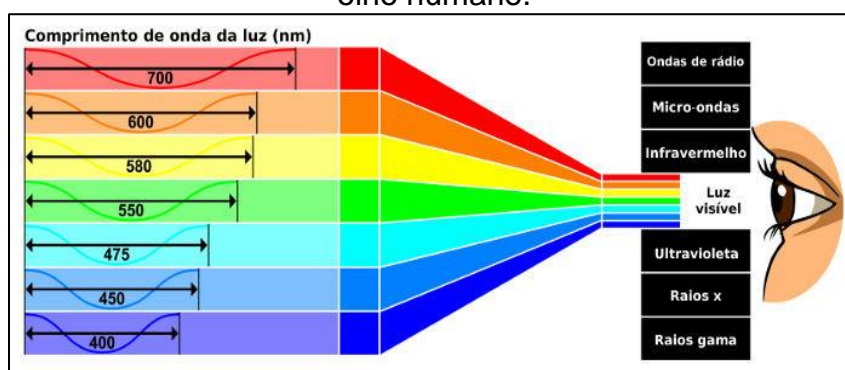
Simplificação: Vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta.



Fonte: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/fisica/cores-do-arco-iris>; Acessado em: 25 de abril de 2022.

10º) A figura abaixo apresenta o espectro eletromagnético visível, mostrando o pico de frequência correspondente a cada cor, observe:

Apenas uma pequena fração do espectro eletromagnético pode ser percebida pelo olho humano.



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/espectro-eletromagnetico.htm>. Acessado em: 25 de abril de 2022.

Observando a imagem acima você saberia dizer por que enxergamos o céu azul durante o dia e avermelhado ao entardecer?

11º) Por que em dias quentes devemos vestir roupas claras e evitar roupas escuras ou pretas?

12º) Você já ouviu falar em espectroscópio? Para que serve?

Obrigado pela sua participação!

### 3ª aula: Uma aula – 50 minutos

**Objetivo:** Introduzir o conceito de luz de um modo geral, como apresenta e se comporta na natureza, para depois trabalhar os fenômenos ondulatórios relacionados à luz de forma específica.

**Atividade:** Foi proposto aos alunos em sala de aula, de forma espontânea, um debate sobre as questões abordadas no questionário 1, a fim de auxiliar na promoção de subsunçores e na reestruturação cognitiva de ideias preconcebidas. De posse das respostas apresentadas pelos alunos no questionário 1, o professor pode levantar situações-problemas do cotidiano dos alunos e fazer uma breve discussão sobre o comportamento da luz nos fenômenos ondulatórios relacionados a óptica ondulatória. Na sequência, o professor de forma demonstrativa apresentou a turma dois experimentos relacionados a óptica, como o espectroscópio caseiro e a câmara escura de orifício, que foi confeccionada por ele em uma ação investigativa.

Com a utilização da internet (disponível para os alunos na escola), o professor propôs uma atividade on-line, como o uso do celular, utilizando a plataforma do *Mentimeter*, que permite criar apresentações interativas. Os alunos responderam com três palavras ou frases curtas a pergunta: o que é luz para você?

Houve a formação de uma nuvem de palavras criada pelos alunos na **figura 1**, onde o professor pôde abrir a discussão (diálogo) apontando as palavras que



entardecer”? O professor estimulou os alunos, a irem buscar as respostas.

Para finalizar a aula, o professor disponibilizou um vídeo (<https://www.youtube.com/watch?v=lpYU2-f9kQ4>) que discute conceitos básicos de óptica de forma contextualizada, apresentando uma definição para a luz baseando-se na história da ciência. Os alunos receberam de forma individual, uma cruzadinha para completar em casa, sobre os fenômenos ondulatórios, que serviu para avaliar a compreensão dos conceitos apresentados.

O professor disponibilizou no grupo de *Whatsapp* da turma e no *Google Classroom*, os slides apresentados e vídeos aulas com as definições dos conceitos, onde os alunos puderam assistir para ajudar a responder à cruzadinha (**figura 2**).

### CRUZADINHA

❖ Complete a Cruzadinha abaixo com relação aos fenômenos ondulatórios correspondentes.

**1 – FENÔMENO ONDULATÓRIO** é o nome dado a todos os **comportamentos ocorridos com as ondas**, independentemente de sua natureza.

**2** – Um \_\_\_\_\_ é um dispositivo óptico para produzir e observar um espectro de luz ou radiação. Esse instrumento divide a luz em seus diferentes comprimentos de onda, que os humanos veem como cores diferentes.

**3** – A \_\_\_\_\_ é uma onda eletromagnética, cujo comprimento de onda se inclui num determinado intervalo dentro do qual o olho humano é a ela sensível. Trata-se, de outro modo, de uma radiação eletromagnética que se situa entre a radiação infravermelha e a radiação ultravioleta.

**4** – A \_\_\_\_\_ é um fenômeno que representa a superposição de duas ou mais ondas num mesmo ponto. Esta superposição pode ter um caráter de aniquilação, quando as fases não são as mesmas ou pode ter um caráter de reforço quando as fases combinam.

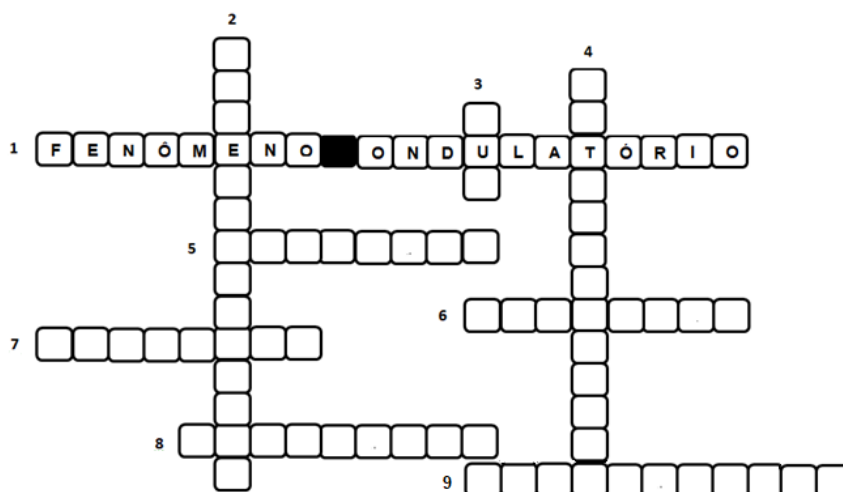
**5** – A \_\_\_\_\_ fenômeno óptico em que um feixe de luz, ao incidir sobre uma superfície, retorna ao seu meio de origem. Graças a esse fenômeno conseguimos enxergar os objetos ao nosso redor, pois a luz incide sobre os corpos, que, por sua vez, refletem-na, fazendo com que os raios de luz cheguem aos nossos olhos, possibilitando, assim, a nossa visão.

**6** – A \_\_\_\_\_ é um fenômeno que acontece quando uma onda encontra um obstáculo. Esse fenômeno é descrito como uma aparente flexão das ondas em volta de pequenos obstáculos e também como o espalhamento, ou alargamento, das ondas após atravessar orifícios ou fendas.

7 – A \_\_\_\_\_ é o fenômeno que consiste na mudança de velocidade de propagação da onda eletromagnética quando essa atravessa meios ópticos diferentes. O comprimento de onda da luz muda, enquanto a sua **frequência** permanece **constante**. Esse fenômeno pode ou não ser acompanhada de uma **mudança na direção** da propagação da luz.

8 – A \_\_\_\_\_ é um **fenômeno óptico** em que a luz é separada em suas diferentes cores quando refratada através de algum meio transparente, a exemplo do arco-íris, do prisma e da lente fotográfica. A dispersão ocorre quando a velocidade de propagação da luz no interior de algum meio depende da frequência da onda eletromagnética.

9 – A \_\_\_\_\_ da luz ocorre quando a luz natural, que antes se propagava em todos os planos, passa a se propagar em um único plano. As fontes luminosas geralmente emitem luzes formadas por ondas eletromagnéticas que vibram em várias direções, nessas há sempre um plano perpendicular para cada raio de onda luminosa.



**Figura 2:** Cruzadinha Fenômenos Ondulatórios?  
**Fonte:** elaborado pelo autor

**4ª aula:** Uma aula – 50 minutos

**Objetivo:** Apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido levando em conta a diferenciação progressiva, através de uma aula expositiva e dialogada com exposição de vídeos e interação dos alunos.

**Atividade:** Foi apresentado a turma vídeos dos principais fenômenos ondulatórios relacionado ao comportamento da luz. Começou-se com os aspectos

mais gerais, que foram progressivamente diferenciados, visando uma abordagem específica dos conteúdos de óptica, expandindo a estrutura cognitiva a partir dos subsunçores que serviram de ancoradouro para novos conhecimentos.

A luz é a grande responsável por nos fazer enxergar o mundo ao nosso redor. Seu comportamento, sua propagação e seus fenômenos são tão interessantes que criaram toda uma área da Física dedicada a ela. Por isso, foi sugerido aos alunos, que assistissem a três vídeos sobre Óptica, que é a parte da Física que estuda a luz.

Foi apresentado na sala de aula apenas o vídeo 1. Os vídeos 2 e 3 foram postados nas plataformas digitais, para que os alunos pudessem assistir em casa. No entanto, o professor fez uma breve abordagem dialogada com os alunos sobre os temas abordados nos vídeos que serviram como um suporte a mais, para a aprendizagem significativa.

O **vídeo 1, figura 3** “Introdução à Óptica”, disponível em <https://youtu.be/ObDG87IPzFE> (duração de 10:56 minutos), introduziu os conceitos e fenômenos de óptica, desvendando como as fontes de luzes são, como a luz se propaga, os meios onde ela se propaga e o como ocorre a reflexão, a refração e a absorção quando ela esbarra em algum meio material.



**Figura 3:** Introdução à Óptica

**Fonte:** [https://www.youtube.com/watch?v=ObDG87IPzFE&ab\\_channel=SeLiga-EnemeVestibulares](https://www.youtube.com/watch?v=ObDG87IPzFE&ab_channel=SeLiga-EnemeVestibulares)

Foi disponibilizado no *Google Classroom* da turma o **vídeo 2, figura 4:** “Óptica: Geométrica, Definição e Propriedades” disponível em <https://youtu.be/mqjWQYX6hxs> com duração de 28:55 minutos. Esse vídeo trata sobre os fenômenos observados durante a propagação da luz, suas características, propriedades e o seu comportamento. O professor fez um breve comentário e

questionou os alunos: quais são as fontes de luz primária e secundária? Citou alguns exemplos de meios de propagação da luz em objetos transparente, translúcido e opaco.



**Figura 4:** Óptica: Geométrica, Definição e Propriedades

**Fonte:** [https://www.youtube.com/watch?v=mqjWQYX6hxs&t=929s&ab\\_channel=Stoodi](https://www.youtube.com/watch?v=mqjWQYX6hxs&t=929s&ab_channel=Stoodi)

Em seguida, apresentou na lousa uma síntese dos principais fenômenos ondulatórios relacionados ao comportamento da luz e também postou no Google sala de aula da turma o **vídeo 3** que aborda os “Fenômenos Ondulatórios: Reflexão, Refração, Difração, Interferência, Polarização e Ressonância” disponível em [https://www.youtube.com/watch?v=YLcXN\\_etTPU&ab\\_channel=Cienceiros](https://www.youtube.com/watch?v=YLcXN_etTPU&ab_channel=Cienceiros), com duração de 41:04 minutos. Esse vídeo faz uma abordagem dos fenômenos ondulatórios com demonstrações práticas com materiais utilizados no dia a dia e com uma linguagem bem acessível aos alunos do ensino médio.

Os vídeos apresentados, tiveram como objetivo despertar e estimular a curiosidade dos alunos, fazendo com que os mesmos passassem a refletir e questionar como esses fenômenos ópticos estão presentes em seu dia a dia, e como ocorrem na natureza.

**5ª e 6ª aulas:** Duas aulas – 100 minutos

**Objetivo:** Preparar os alunos (dividir a turma em cinco grupos) para construção de mapas conceituais e dos experimentos que serão realizados de forma colaborativa.

**Atividade:** O professor fez uma aula expositiva partindo do “zero” explicando o que são mapas conceituais e quais as diferenças para os mapas mentais já utilizados pelos alunos em algumas disciplinas. Mostrou sua importância para

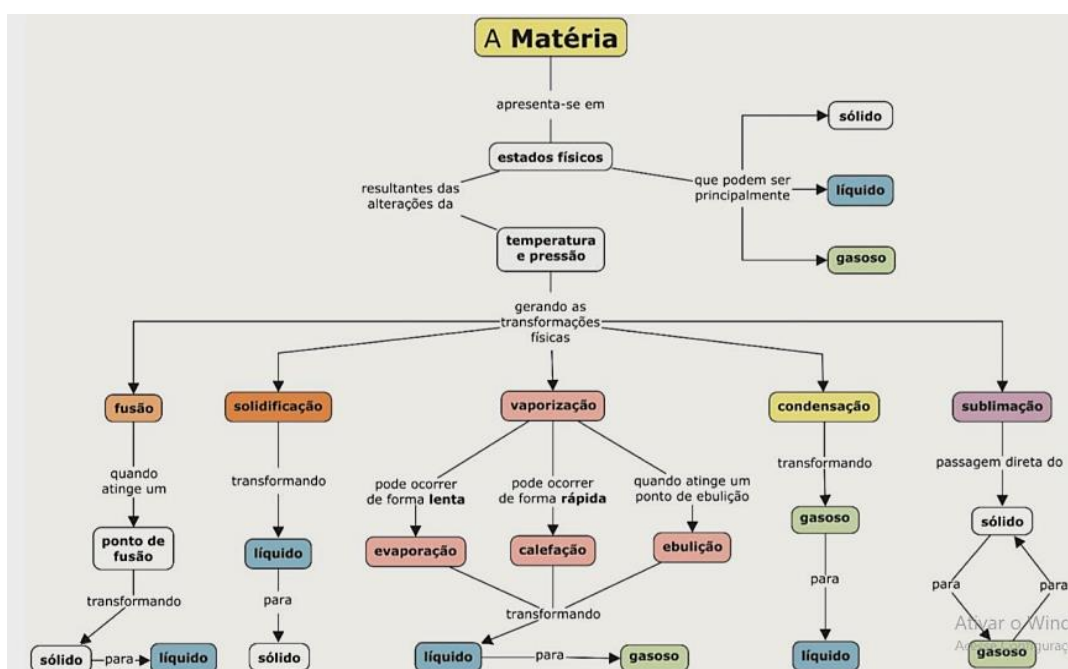


aprendizagem significativa, como ferramenta facilitadora da aprendizagem, proposta por Joseph Novak na década de 70, baseado nos estudos de David Ausubel psicólogo da educação estadunidense.

Os mapas conceituais não são resumos, são diagramas ou ferramenta gráfica que representa visualmente as relações entre conceitos e ideias. São formados por palavras-chaves que se relacionam de forma hierárquica num esquema para trazer a mente e se recordar daquilo que já estudou. Os mapas conceituais são utilizados como estratégia de ensino potencialmente facilitadora para a obtenção de evidências de uma aprendizagem significativa. Deve ser construído de modo a apresentar as principais ideias e suas relações existentes sobre o tema abordado.

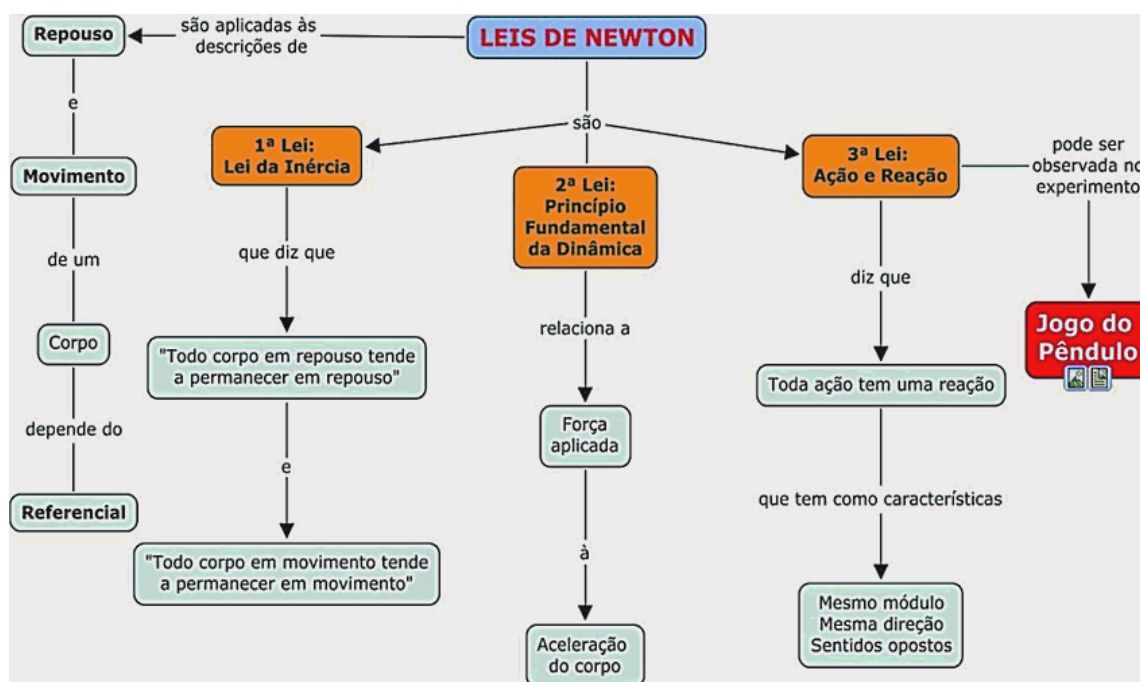
A estrutura cognitiva do aluno está constantemente se reestruturando durante a aprendizagem significativa. O processo é dinâmico e o conhecimento vai sendo construído progressivamente.

Com a participação dos alunos buscou relacionar características comuns em dois mapas conceituais apresentados na **figura 5** sobre os estados físicos da Matéria e na **figura 6** sobre as leis de Newton, como observa-se abaixo: apresentam várias formas, utilizam palavras chaves, a distribuição das palavras acontece por meio de diagramas de conceitos que estão relacionadas de forma hierárquica, onde os principais conceitos devem estar em destaque possuindo palavras de ligação entre eles.



**Figura 5:** A Matéria

Fonte: <https://pt-static.z-dn.net/files/da9/2a0a1fc4027c99cde12b711b864fbb1b.jpg>



**Figura 6:** Leis de Newton

**Fonte:** <https://www.researchgate.net/publication/327945653/figure/fig3/AS:676017064652800@1538186436999/Figura-3-Mapa-conceitual-sobre-as-leis-de-Newton-Fonte.png>

Após a explicação e apresentação dos modelos de mapas conceituais o professor fez a exibição de um **vídeo 4** “Mapa Conceitual: como fazer?” **figura 7** disponível em [https://youtu.be/zGqQRK\\_EnaY](https://youtu.be/zGqQRK_EnaY) (com duração de 8:56 minutos). Esse vídeo explica o que é e quais os passos devem ser seguidos para construção de um mapa conceitual.



**Figura 7:** Mapa Conceitual: como fazer?

**Fonte:** [https://youtu.be/zGqQRK\\_EnaY](https://youtu.be/zGqQRK_EnaY)

Após a apresentação do vídeo, o professor sugeriu a construção de um mapa conceitual de forma espontânea e colaborativa, com toda a turma, a ser feito na lousa, com um tema livre. O tema escolhido e sugerido por um dos alunos foi sobre os seres vivos. Com a participação e entusiasmo de todos, eles foram relacionando

os tipos de seres vivos com suas principais características, fazendo a ligação entre os seus conceitos.

Em seguida, o professor dividiu a sala em cinco grupos, e propôs, a turma, a construção de mapas conceituais, com os conceitos da óptica ondulatória já trabalhados para poder verificar as evidências de aprendizagem significativa.

Ao construírem os mapas conceituais de forma colaborativa, o professor pôde incentivar seus alunos a externalizar o que já tinham aprendido sobre o conteúdo estudado. Esse instrumento de avaliação, serve para detectar o que o aluno já sabe, assimilando com o que ele já sabia, pois o conhecimento em construção vai adquirindo novos significados e se diferenciando progressivamente.

Após a construção dos mapas conceituais, o professor orientou os grupos que compartilhassem seus mapas com os colegas de outros grupos, afim de serem examinados e se poderiam ser acrescentado novas informações. O mapa conceitual é um bom instrumento para compartilhar, trocar e “negociar” significados. Em seguida, após alguns ajustes feitos nos mapas ou não por grupos, cada grupo apresentou o seu mapa conceitual à turma, explicando seus significados.

Com esta atividade potencialmente significativa, o professor pôde verificar se estava ocorrendo a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa através de organizadores prévios trabalhados com a construção dos mapas conceituais.

**7ª e 8ª aulas:** Duas aulas – 100 minutos

**Objetivo:** Investigar e detectar mudanças na estrutura cognitiva dos alunos durante a aplicação da UEPS, retomando as características mais relevantes do conteúdo em nível mais alto de complexidade.

**Atividade:** Foi enviado no *Google Classroom* da turma um texto adaptado pelo professor (autor) “O que estuda a Óptica”? (**Anexo A**), disponível em <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/optica.htm>, que resume alguns conceitos que estão sendo abordados nesta sequência didática. A leitura deste material, aguçou ainda mais, a curiosidade dos alunos sobre os fenômenos relacionados a luz. Após a leitura (atividade extraclasse), responderam no caderno, de forma individual, quatro perguntas relacionadas ao texto com base no novo conhecimento adquirido e ancorado nos conhecimentos já existentes.

1. O que se estuda em óptica?
2. Afinal a luz é uma onda ou partícula?
3. Qual fenômeno ondulatório está relacionado a formação das cores do arco-íris?

4 A óptica se faz presente em diversas situações no dia a dia. Cite duas situações presentes em sua vida. (pessoal)

Em um nível mais elevado de complexidade, o professor aprofundou os conceitos da óptica ondulatória, apresentando algumas equações relacionadas a óptica, a exemplo das leis da refração da luz (Índice de refração absoluto em um meio, lei de Snell-Descartes e Índice relativo de refração entre dois meios). Apresentou para turma algumas simulações computacionais no *PhET Interactive Simulations* sobre óptica geométrica (<https://phet.colorado.edu/en/simulations/geometric-optics>), Curvatura da luz – explicando o fenômeno de dispersão e difração da luz branca (<https://phet.colorado.edu/en/simulations/bending-light>) e Interferência de ondas (<https://phet.colorado.edu/en/simulations/wave-interference>) como pode ser observado na **figura 8**.



**Figura 8:** Simulações computacionais no PhET

**Fonte:** Fotos do autor / [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/bending-light](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/bending-light)

Nesta aula expositiva e dialogada, os alunos puderam participar e interagir com as simulações computacionais no Phet, usando até mesmo o próprio celular, onde o professor buscou aprofundar alguns conceitos da óptica ondulatória e aproveitou para investigar a compreensão dos alunos, com relação aos conteúdos já abordados.

O professor explicou os conceitos ópticos ondulatórios, presentes nos cinco experimentos que foram propostos para serem apresentados na Feira de Ciência. A

realização dessa atividade colaborativa favoreceu a interação social e ajudou os alunos na negociação de significados.

No final da aula, o professor propôs aos alunos que formassem cinco grupos e sorteou os temas a serem pesquisados, para confecção e apresentação dos experimentos com materiais de baixo custo.

Os experimentos propostos pelo professor e sugeridos também pelos alunos para serem apresentados na Feira de Ciências foram:

**Grupo 1:** Ficou com a construção da **Câmara escura com lente ou de orifício**, que explica o princípio da propagação retilínea da luz e da independência dos raios de luz, fenômeno da reflexão luminosa para a formação de imagens invertidas. O grupo fez uma breve exposição oral sobre o princípio da propagação retilínea da luz, explicando o funcionamento da Câmara escura que permite que os raios luminosos que atingem o objeto e passam pelo orifício da câmara, sejam projetados no anteparo fotossensível na parede paralela ao orifício. Esta projeção produz uma imagem real invertida do objeto na superfície fotossensível. Quanto menor for o orifício, mais nítida é a imagem formada, pois a incidência de raios luminosos vindos de outras direções é bem menor.

No **vídeo 5**, mostrou para os alunos, os materiais necessários e como eles poderiam fazer para construir uma Câmara escura com lente. Esse vídeo está disponível em <https://youtu.be/yZlt8VgjKdc> com duração de 4:00 minutos.

**Grupo 2:** Fenômeno de **refração da luz com experimentos envolvendo água**. Esse fenômeno é explicado pela diferença da velocidade de propagação da luz em diferentes meios. Isso acontece porque quando o feixe de luz atravessa a fronteira entre dois meios com índices de refração diferentes, a velocidade de propagação e o comprimento de onda se modificam. Embora não haja alteração da frequência de onda luminosa, a velocidade e o comprimento dos feixes de luz mudam. Assim, a alteração da velocidade de propagação causa um desvio da direção original da luz.

No **vídeo 6**, é observado alguns truques com a água explicando o fenômeno de refração da luz disponível em <https://youtu.be/hgUwhIEvv-8> com duração de 3:42 minutos.

**Grupo 3:** Construção do **Espectroscópio Caseiro**, instrumento onde os alunos deveram relacionar fenômenos do dia a dia, como o arco-íris e as cores, com os conceitos físicos de dispersão e difração utilizando o espectroscópio. Esse instrumento científico divide a luz em seus diferentes comprimentos de onda -

frequência e velocidade da luz, em que os humanos veem a luz visível como cores diferentes. O espectro óptico dependerá do tipo de fonte luminosa.

No **vídeo 7**, apresenta os procedimentos para a construção de um espectroscópio caseiro com a utilização de materiais de baixo custo, cuja função é dispersar a luz gerando um espectro luminoso. Este vídeo está disponível em <https://youtu.be/4kpCP7dQmPw> com duração de 8:29 minutos.

**Grupo 4: Construção do Disco de Newton**, experimento clássico da Física que consiste em um disco colorido com as cores primárias do espectro visível (vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta). Esse disco ao girar com uma certa velocidade, tem como objetivo mostrar a composição da luz branca. Esse experimento faz o inverso do fenômeno demonstrado no espectroscópio caseiro. Quando parado, a separação das cores é nítida, no entanto, ao colocarmos o disco para girar, as cores misturam-se, e o disco parece ficar branco. Newton fez uso desse dispositivo para identificar que a mistura das cores visíveis produz a cor branca.

No **vídeo 8**, disponível em <https://youtu.be/LIKeTEzYrjo> com duração de 5:23 minutos, apresenta os passos para construção do Disco de Newton de maneira bem simples. Esse disco, procura simular o inverso do que ocorre com a formação do arco-íris, que seria somar todas as suas cores para criar a cor branco.

**Grupo 5: Experimento da dupla fenda** (ou experimento de Young), um dos mais conhecidos da Física, consiste em deixar que a luz visível sofra difração e interferência através de duas fendas. Nele, partículas são emitidas na direção de um anteparo (barreira), onde foi feito uma dupla fenda (fendas vizinhas e verticais), atrás deste anteparo há um detector captando a chegada de cada partícula que passa pelas fendas. Thomas Young foi quem realizou o experimento provando que a luz se comporta como uma onda.

Foi sugerido aos alunos que assistissem os **vídeos 9 e 10**, ambos falam sobre o experimento de Young com enfoque em ondas e da sua importância para ciência. O **vídeo 9**, disponível em <https://youtu.be/vhQtwmcGQZk> com duração de 3:26 minutos foi um trabalho apresentado na disciplina de Mecânica dois da Faculdade Tecnológica Federal do Paraná – Medianeira. O **vídeo 10** disponível em <https://youtu.be/GXAYW4a3OZY> com duração de 7:55 minutos, apresenta “Dr. Quantum” explicando como funciona o experimento da fenda dupla.

O professor disponibilizou textos, vídeos, links e outros materiais instrucionais no *Google Classroom* da turma, com os temas de cada grupo, para que servisse como suporte aos alunos na construção de seus experimentos.

**9ª aula online:** Uma aula – 50 minutos

(Videoconferência pela plataforma *Hangouts Meet*)

**Objetivo:** Ajudar os alunos a reelaborar, diferenciar e reorganizar conceitos e proposições sobre fenômenos luminosos, prosseguindo com a diferenciação progressiva e promover a reconciliação integrativa com a construção dos experimentos.

**Atividade:** Esta aula online, foi agendada com antecedência com a turma, pois, a escola estava em semana de festividades juninas e entraria em recesso junino, retomando suas atividades somente no mês de julho.

O professor como mediador do processo de ensino, aproveitou para esclarecer as dúvidas e encaminhar as atividades pós recesso. No primeiro momento fez uma reunião geral com a turma orientando, esclarecendo dúvidas e ouvindo sugestões dos alunos de como deveria ser a Feira de Ciências. Depois, separadamente com cada grupo, acompanhou o desenvolvimento dos trabalhos orientando e sugerindo vídeos, textos explicativos e ouvindo as ideias dos alunos. O professor, deixou esclarecido, que os alunos teriam total liberdade, para escolher a forma de como apresentariam os seus experimentos. Com esta aula dialogada, ouvindo as ideias dos alunos, observou-se uma evolução na construção do conhecimento. Os grupos foram orientados a levar os materiais de baixo custo, que seriam necessários para confecção dos experimentos em sala de aula.

**10ª aula:** Uma aula – 50 minutos

**Objetivos:** Confeccionar os experimentos em sala de aula e fazer a preparação para Feira de Ciências.

**Atividade:** Os alunos construíram com a mediação do professor os seus experimentos em grupos, com os materiais de baixo custo trazidos de casa. Neste

momento, os alunos puderam fazer os ajustes necessários em seus experimentos e tirar dúvidas com o professor.

Em seguida, fizeram uma apresentação aos seus colegas de turma, onde o professor pôde verificar se o processo de reconciliação integradora e de diferenciação progressiva estava ocorrendo. Cada grupo, respondeu aos questionamentos e curiosidades de seus colegas sobre os fenômenos ondulatórios explicados, essa interação entre os grupos, permitiu ao professor, observar a participação dos alunos e reavaliar os novos subsunçores (se os novos conhecimentos foram ancorados) com a construção e explicação dos conceitos físicos, fazendo uma relação entre teoria e prática.

#### **11ª e 12ª aulas:** Duas aulas – 100 minutos

**Objetivo:** Apresentar os experimentos sobre os fenômenos ondulatórios em uma Feira de Ciências expondo os conhecimentos adquiridos a comunidade escolar.

**Atividade:** Foi apresentado a comunidade escolar, do Colégio Estadual de Piripá, os experimentos e seus respectivos fenômenos relacionados. Os alunos, puderam externalizar o conhecimento adquirido, através de seus experimentos, passando informações aos visitantes, da importância que esses fenômenos luminosos tem para o desenvolvimento da ciência e suas contribuições para os avanços tecnológicos.

O trabalho realizado ocorreu de forma colaborativa, permitindo uma maior interação social do aluno com a comunidade, onde puderam externalizar o conhecimento adquirido fazendo a negociação de significados.

Foram apresentadas cinco atividades experimentais:

- 1 - A câmara escura com lente ou de orifício;**
- 2 - Experimentos de refração envolvendo água;**
- 3 - Espectroscópio caseiro;**
- 4 - Disco de Newton**
- 5 - Experimento da dupla fenda.**



Após a apresentação dos experimentos, foi proposto pelo professor que os alunos produzissem um texto avaliando como foi a experiência da feira, destacando os pontos positivos e negativos na execução da mesma. Os textos produzidos foram apresentados e discutidos na aula seguinte.

### **13ª aula:** Uma aula – 50 minutos

**Objetivo:** Discutir os resultados da Feira de Ciência e construir um jogo de dominó pedagógico (atividade lúdica prazerosa), com perguntas e respostas elaboradas pelos alunos, com imagens de sites da internet, com os conceitos da óptica ondulatória

**Atividade:** Foi desenvolvida uma atividade lúdica com a construção do jogo de dominó pedagógico em dois momentos: o primeiro, foi em casa, de forma individual, em que os alunos foram orientados, pelo professor, a elaborarem perguntas e respostas e procurarem imagens na internet relacionadas aos conceitos da óptica ondulatória, para confecção do dominó em sala de aula.

O segundo momento, ocorreu em sala de aula, onde foram escolhidas as perguntas/respostas e as imagens trazidas pelos alunos para construção do dominó. Os alunos também foram orientados a trazerem cola, tesoura, caixas de papelão para montagem do jogo de Dominó Pedagógico.

### **14ª aula:** Uma aula – 50 minutos

**Objetivo:** Retomar as características mais relevantes sobre os fenômenos ondulatórios e prosseguir com a diferenciação progressiva visando a reconciliação integrativa.

No sexto passo foram retomadas as características mais relevantes do conteúdo com o objetivo de prosseguir com a diferenciação progressiva e promover a reconciliação integrativa. Optou-se por uma nova apresentação do conteúdo através de uma simulação

**Atividade:** Foi finalizada a sequência didática com um jogo de dominó pedagógico, retomando as características mais relevantes sobre os principais conceitos dos fenômenos ondulatórios com o objetivo de prosseguir com a diferenciação progressiva, visando, ao final da sequência, promover a reconciliação integrativa.

A turma foi dividida em quatro grupos para que o jogo de dominó pudesse ser iniciado. O jogo foi mediado pelo professor que passava as orientações e as regras do jogo. Os alunos, foram orientados a pôr o dominó no meio da sala para que fosse embaralhado as peças. Em seguida, cada grupo recebeu sete peças. O jogo começou com o grupo que pegou a peça de maior valor, na ocasião seria a pergunta principal do jogo e objeto de estudo desta pesquisa (“o que é luz?”). A partir daí, o jogo seguiria no sentido anti-horário com duas perguntas, uma em cada ponta do jogo e só poderiam jogar quem tivesse as respostas corretas.

A medida que as perguntas iam surgindo, eram feitas as leituras e discussão entre os grupos, para descobrir com qual grupo estaria com a resposta correta. Cada rodada do jogo, o grupo só poderia pôr uma peça de cada vez e passaria o direito de resposta ao grupo seguinte. Caso o grupo seguinte não tivesse a resposta, sua vez passaria, e seguiria para o próximo grupo, até que todas as sete peças recebidas no início no jogo fossem colocadas. Vence o jogo, o grupo que pôr as sete peças primeiro.

As perguntas, imagens e respostas do jogo de dominó pedagógico se encontra no **Anexo B** deste trabalho. Esse material, está disponível no **Anexo C** para impressão e ser utilizado por professores de Física do Ensino Médio, que queira utilizar-se, de uma estratégia de ensino lúdica e potencialmente significativa. Através da participação dos alunos no jogo, foi possível perceber evidências de uma aprendizagem significativa.

**15ª aula:** Uma aula – 50 minutos

**Objetivo:** Avaliar a aprendizagem dos alunos por meio da UEPS e se as estratégias de ensino utilizadas, ofereceram evidências de uma aprendizagem significativa.

**Atividade:** A avaliação da UESPS ocorreu durante todo o processo de sua aplicação, onde as atividades propostas pelo professor buscavam a todo momento evidências de uma aprendizagem significativa. Para finalizar essa intervenção, realizou-se uma última sondagem com a aplicação do **questionário 2**, de forma individual, presencial ou pela plataforma digital do *Google Formulário*, com questões abertas e de múltipla escolha, que serviu para fazer um comparativo, do que os alunos sabiam antes da intervenção (com os conhecimentos prévios) e depois da aplicação da sequência, para saber se os mesmos assimilaram os conteúdos, dando novos significados aos conceitos de óptica ondulatória abordados na UEPS.

### QUESTIONÁRIO 02

- ❖ **Questionário para avaliação da aprendizagem dos alunos do 2º ano do Colégio Estadual de Piripá e da sequência didática (UEPS) aplicada sobre o conceito de luz a partir de fenômenos ondulatórios no ensino de óptica.**

Este questionário é formado por três etapas: Parte I – Dados de identificação; Parte II – Avaliação dos conhecimentos adquiridos após aplicação da UEPS, com vistas a analisar a evolução das respostas dadas com a primeira avaliação dos conhecimentos prévios; Parte III – Avaliação da sequência didática pelos alunos sobre as estratégias pedagógicas utilizadas na aplicação da UEPS.

**PARTE I – Dados de Identificação:**

Escola: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_ Turma/turno: \_\_\_\_\_  
 Nome completo: \_\_\_\_\_  
 Data de nascimento: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

**PARTE II – Avaliação dos conhecimentos adquiridos após aplicação da UEPS:**

1º) O que é luz?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2º) Cite duas fontes de luz primária e duas fontes de luz secundária.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3º) A óptica é dividida em duas partes: Óptica Física, que estuda os fenômenos da natureza da luz, e Óptica Geométrica, que estuda a propagação e o comportamento da luz. Você saberia explicar:

a) O que é uma onda?

---

b) O que é uma partícula?

---

4º) Explique como ocorre a formação do arco-íris.

---

5º) Por que enxergamos o céu azul durante o dia e avermelhado ao entardecer?

---

6º) A capacidade de uma onda contornar obstáculos ou atravessar fendas, atingindo regiões impossíveis para a propagação retilínea chama se:

- a) deflexão.
- b) difração.
- c) difusão.
- d) refração.

7º) Rotineiramente, observa-se que a luz solar, quando refletida pela face gravada de um CD (*Compact Disc*), exibe as cores correspondentes ao espectro da referida luz. Tal fenômeno ocorre porque, nesse caso, o CD funciona como:

- a) rede de difração
- b) placa polarizada
- c) prisma refrator
- d) lente refletora

8º) A dispersão da luz branca ocorre quando:

- a) a luz muda de velocidade ao passar de um meio para outro com índices de refração diferentes;
- b) a luz branca é separada em várias cores ao passar de um meio para outro com diferentes densidades;
- c) a luz branca é capaz de contornar um obstáculo;
- d) a luz branca incide sobre uma superfície e retorna ao seu meio de origem;
- e) a luz branca passa por um polarizador de ondas e passa a propagar-se em apenas uma direção.

9º) Enumere a segunda coluna de acordo com a primeira.

- ( 1 ) Reflexão
- ( 2 ) Refração
- ( 3 ) Difração
- ( 4 ) Dispersão
- ( 5 ) Interferência

( ) Fenômeno que representa a superposição de duas ou mais ondas num mesmo ponto. Esta superposição pode ter um caráter de aniquilação, quando as fases não são as mesmas ou pode ter um caráter de reforço quando as fases combinam.

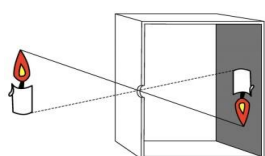
( ) Fenômeno óptico em que um feixe de luz, ao incidir sobre uma superfície, retorna ao seu meio de origem. Graças a esse fenômeno conseguimos enxergar os objetos ao nosso redor, pois a luz incide sobre os corpos, que, por sua vez, refletem-na, fazendo com que os raios de luz cheguem aos nossos olhos, possibilitando, assim, a nossa visão.

( ) Fenômeno que acontece quando uma onda encontra um obstáculo. Esse fenômeno é descrito como uma aparente flexão das ondas em volta de pequenos obstáculos e também como o espalhamento, ou alargamento, das ondas após atravessar orifícios ou fendas.

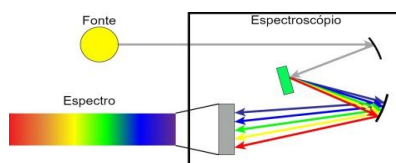
( ) Fenômeno que consiste na mudança de velocidade de propagação da onda eletromagnética quando essa atravessa meios ópticos diferentes. O comprimento de onda da luz muda enquanto a frequência permanece constante. Esse fenômeno pode ou não ser acompanhada de uma **mudança na direção** da propagação da luz.

( ) **Fenômeno óptico** em que a luz é separada em suas diferentes cores quando refratada através de algum meio transparente, a exemplo do arco-íris, do prisma e da lente fotográfica. A dispersão ocorre quando a velocidade de propagação da luz no interior de algum meio depende da frequência da onda eletromagnética.

10º) Relacione a coluna abaixo com a imagem do fenômeno óptico correspondente.



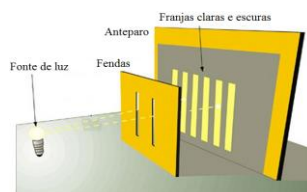
( 1 )



( 2 )



( 3 )



( 4 )



( 5 )

- ( ) Dispersão da luz branca em seus diferentes comprimentos de onda.
- ( ) Difração e interferência da luz, demonstração de que a luz e a matéria podem exibir características tanto de ondas quanto de partículas.
- ( ) Refração - a luz muda sua direção de propagação ao mudar de um meio para outro, como por exemplo, água e ar, ar e vidro etc.
- ( ) Composição de cores para formação da luz branca.
- ( ) Propagação retilínea da luz.

**PARTE III** – Avaliação da sequência didática pelos alunos sobre as estratégias pedagógicas utilizadas na aplicação da UEPS:

1º) Física é uma ciência voltada ao estudo dos fenômenos naturais, baseando-se em teorias e por meio da observação e experimentação. Você gosta da forma como a disciplina de Física é trabalhada na escola?

( ) Sim ( ) Não

Justifique sua resposta:

---

---

2º) A sequência didática aplicada pelo professor contribuiu para melhorar a aprendizagem do que o modelo tradicional de ensino? (aulas expositivas com uso apenas do livro didático e resolução de exercícios)

( ) Sim ( ) Não

Justifique sua resposta:

---

---

3º) Você gostou da forma de como o conteúdo “conceito de luz a partir dos fenômenos ondulatórios no ensino de óptica” foi trabalhado pelo professor?

( ) Sim ( ) Não

Justifique sua resposta:

---

---

4º) A metodologia utilizada pelo professor conseguiu despertar a sua atenção em relação aos conteúdos abordados?

( ) Sim ( ) Não

Justifique sua resposta:

---

---

5º) Você já tinha observado na natureza esses fenômenos relacionados ao comportamento da luz no seu dia a dia?

( ) Sim ( ) Não

Justifique sua resposta:

---

---

6º) Entre os recursos utilizados pelo professor, quais os que mais contribuíram de forma significativa para sua aprendizagem?

- Discussões de situações-problemas;
- Simulação computacional;
- Vídeos;
- Textos
- Experimentos;
- Slides.
- Mapas conceituais
- Jogos

Justifique sua resposta:

---

7º) Você teve acesso a internet e aos materiais fornecidos no *Classroom*?

Sim  Não

Justifique a sua resposta:

---

8º) Os materiais de estudo (texto, vídeos, links sobre o tema proposto) fornecidos no *Classroom* e em sala de aula ajudaram em sua aprendizagem?

Sim  Não

Justifique a sua resposta:

---

9º) Vocês gostaram da interação com o professor via *Whatsapp* e *Google Meet*?

Sim  Não

Justifique a sua resposta:

---

10º) Você considera importante conhecer os fenômenos relacionados ao comportamento da luz?

Sim  Não

Justifique a sua resposta:

---

---

11º) O que você mais gostou das atividades desenvolvidas na aplicação da sequência didática?

- Organização pedagógica das aulas
- A metodologia utilizada pelo professor na mediação das atividades
- Realização de experimentos em sala de aula
- Utilização de simuladores digitais, apresentação de slides, vídeos e textos
- Realização de atividades individuais
- Realização de atividades em grupo

12º) Você julga importante o estudo da Física no Ensino Médio?

Justifique sua resposta.

---

---

13º) Nas aulas de Física quais as maiores dificuldades que você encontra?

---

---

14º) Na atividade desenvolvida, quais foram, na sua opinião, os pontos positivos e negativos?

---

---

15º) Em sua opinião, o que poderia ser feito pelo professor para que as aulas fossem mais motivadoras. Deixe sua sugestão e aproveite o espaço para críticas, se for preciso.

---

---

Obrigado pela sua participação!



**16ª aula (03 de agosto):** Uma aula – 50 minutos

**Objetivo:** Avaliar o desempenho dos alunos, através de evidências de aprendizagem significativa e se a UEPS foi exitosa.

**Atividade:** Foi feita uma discussão com a turma, para avaliação dos resultados alcançados pelos alunos na aplicação da UEPS. Observou-se, que os resultados foram satisfatórios, pois, as estratégias de ensino além de serem potencialmente significativa, conseguiu atingir os seus objetivos. A avaliação da UEPS foi contínua e processual ocorrendo ao longo de todo o processo de ensino, onde pôde ser observado uma evolução na construção do conhecimento ocorrendo a diferenciação progressiva simultaneamente com a reconciliação integrativa, onde os alunos conseguiram atribuir novos significados aos conceitos aprendidos.

As atividades propostas pelo professor foram dinâmicas e variadas, sempre buscando estimular a curiosidade e a participação ativa dos alunos, tanto nas atividades individuais, como nas atividades colaborativas, havendo uma boa interação entre os participantes. Sendo assim, pode-se dizer, que os resultados foram positivos, a aplicação da UEPS foi exitosa, e que houve de fato, uma aprendizagem significativa.

## CRONOGRAMA DA APLICAÇÃO DA UEPS

Apresenta-se abaixo o cronograma da aplicação da UEPS, que ocorreu em 13 encontros, 15 horas/aulas presenciais, uma aula online no *Google Meet* e interações sociais nas plataformas de *Whatsapp* e *Google Classroom*, entre os meses de maio a agosto de 2022, totalizando 16 horas/aulas, seguindo os oito passos sugeridos por Moreira.

AULAS	PASSOS	DESCRIÇÃO DE ATIVIDADES
1	1	<b>Definir o assunto a ser absorvido:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação do tema a ser abordado;</li> <li>• Explicação e apresentação de experimentos;</li> <li>• Criação da sala de aula virtual no <i>Google Classroom</i>;</li> <li>• Criação da turma no grupo de <i>Whatsapp</i>.</li> </ul>
2	2	<b>Verificar os conhecimentos prévios dos alunos – subsunçores:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação do Questionário 1 de forma individual e presencial.</li> </ul>
3	3	<b>Promover situações-problema em nível introdutório:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussão das respostas no questionário;</li> <li>• Atividade interativa com uso do celular na Plataforma do <i>Mentimeter</i>;</li> <li>• Apresentação de imagens no PowerPoint;</li> <li>• Cruzadinha e vídeos extraclasse.</li> </ul>
4	4	<b>Apresentar o conhecimento a partir da diferenciação progressiva:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula expositiva e dialogada;</li> <li>• Apresentação de vídeos para estimular a curiosidade;</li> <li>• Discussão dos conceitos abordados.</li> </ul>
5 e 6		<b>Preparar a turma para as atividades colaborativas e aprofundar os conceitos trabalhados:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação de mapas conceituais;</li> <li>• Exibição de vídeo “Mapa Conceitual: como fazer?”;</li> <li>• Construção de Mapas Conceituais com tema livre de forma colaborativa;</li> <li>• Construção do mapa conceitual com o tema proposto.</li> </ul>

7 e 8	05	<p><b>Propor uma nova situação-problema em nível mais elevado de complexidade:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitura e discussão de um texto “O que estuda a Óptica?”;</li> <li>• Aprofundou os conceitos de óptica com o uso de equações das leis da refração;</li> <li>• Apresentações de simulações computacionais no PhET;</li> <li>• Divisão dos grupos com os temas dos experimentos a seres confeccionados.</li> </ul>
9		<p><b>Orientar e esclarecer dúvidas sobre os conceitos a serem apresentados em cada experimento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Momento de tirar dúvidas;</li> <li>• Ouvir as ideias e sugestões dos alunos para Feira de Ciências;</li> <li>• Preparar os materiais de baixo custo a ser utilizados na confecção dos experimentos.</li> </ul>
10		<p><b>Preparação para Feira de Ciências</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construção dos experimentos com mediação do professor.</li> </ul>
11 e 12		<p><b>Apresentação da Feira de Ciências</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação dos experimentos a comunidade escolar;</li> <li>• Momento de externalizar o conhecimento adquirido.</li> </ul>
13		<p><b>Construir um jogo de Dominó Pedagógico, com os conceitos da óptica ondulatória.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussão dos resultados da Feira de Ciências;</li> <li>• Elaborar perguntas e respostas, contendo imagens da internet para confecção do jogo de Dominó.</li> </ul>
14	06	<p><b>Concluir a UEPS.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interação e discussão através de um jogo de dominó com o objetivo de prosseguir com a diferenciação progressiva, visando promover a reconciliação integrativa.</li> </ul>
15	07	<p><b>Avaliação da Aprendizagem por meio da UEPS.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realização da atividade final com aplicação do Questionário 2 de forma individual, presencial ou no <i>Google Formulários</i>.</li> </ul>
16	08	<p><b>Avaliação da UEPS.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizada durante todo o processo de aplicação da sequência didática;</li> <li>• Conclu-se que: os resultados forma positivos, sendo considerada a UEPS exitosa.</li> </ul>

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AUSUBEL, David P. *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. 1.ª Edição PT-467, Editora Plátano, janeiro de 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; e HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Tradução de Eva Nick *et al.* Rio de Janeiro, Interamericana, 1980. Tradução de Educational psychology, New York: Holt, Rinehart and Winston, 1978.

BRASIL, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais Linguagens, Códigos e suas Tecnologias. Secretaria de educação Média e Tecnológica, PCN+ Ensino Médio, Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. 244p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf> BRASIL 2000; Acesso em: 19 de Abril de 2021.

BRASIL, Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

GLEISER Marcelo, “Um mundo imerso em Ondas”, 1999. Disponível em <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe1411199903.htm>.

HALLIDAY, David, Resnick, Robert e Walker, Jearl, Fundamentos de Física Volume 1 - 2 Mecânica – Gravitação, Ondas e Termodinâmica, Ed. LTC, Rio de Janeiro, 2007

HALLIDAY, David, 1916-2010, Fundamentos de física, volume 4: óptica e física moderna / David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker; tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. 10. ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2016. il.; 28 cm.

HELERBROCK, Rafael. "Dualidade onda-partícula"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/a-natureza-dual-luz.htm>. Acesso em 08 de novembro reiro de 2022.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A., FÍSICA IV - ÓTICA E FÍSICA MODERNA, 12a ed. São Paulo, Addison Wesley, 2008.

MACDONALD, J. Blended learning and online tutoring: planning learner support and activity design, 2nd ed. Aldershot, UK: Gower Publishing Company, 2018.

MÁXIMO, Antônio.; ALVARENGA, Beatriz.; GUIMARÃES, Carla. Física: contexto e aplicações, Vol. 3, 2. ed., São Paulo: Scipione, 2016.

MORAN, J. Educação Híbrida: um conceito chave para a educação, hoje. In: BACICH, L.; NETO, A. T.; TRE-VISANI, F. M. (Orgs.). Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015. p.27-45.

MOREIRA, M. A. A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa em mapas conceituais. (Textos de apoio ao professor de física / Marco Antonio Moreira, Eliane Angela Veit, ISSN 1807-2763; v. 24, n.6) – Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2006.

MOREIRA, M. A. Mapas Conceituais e aprendizagem significativa, São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, M. A. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. Revista Chilena de Educación Científica, Chile, Vol. 7, Nº. 2, 2008, pp. 23-30. 161

MOREIRA, M. A. MOREIRA, M. A. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. In SILVA, Márcia Gorette Lima da. et. al (org). Temas de ensino e formação de professores de ciências. Natal, RN: EDUFRN, 2012b. p. 45 - 57.

MOREIRA, M. A. The relevance of physics knowledge for citizenship and the incoherence of physics teaching. In: LEITE, L.; DOURADO, L.; AFONSO, A. S.; MORGADO, S. Contextualizing teaching to improve learning. New York: Nova Science Publishers, 2017.

MOREIRA, M. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativa – UEPS, Aprendizagem Significativa em Revista, V1, n.2, 2011.

MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. São Paulo-SP: Editora Gen, 2011.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Revista cultural La Laguna Espanha, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em 22 de novembro de 2022.

MOREIRA – Teoria da Aprendizagem (1999); O artigo Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS (2012, versão 6); e O que é afinal, Aprendizagem Significativa? (<http://moreira.if.ufrgs.br>)

MOREIRA, M. A. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. Revista Chilena de Educación Científica, ISSN 0717-9618, Vol. 7, Nº. 2, 2008, pp. 23-30. Revisado em 2012.

MOREIRA, M. A. *Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física*. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1983.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, M. A.; ROSA, P. Mapas Conceituais. Caderno Brasileiro de Ensino de Física v. 3, n.1, p. 17-25, 1986.

MOREIRA, Marco Antonio. Mapas conceituais e aprendizagem significativa (concept maps and meaningful learning). Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, digramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas, v. 41, 2012.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them. IHMC CmapTools, p. 1–36, 2008.

NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Psicologia Educacional. Rio de Janeiro: Interamericana, 1978. BAHIA. Secretaria da Educação. Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Orientações Gerais. Salvador, 2015. BAHIA. Secretaria da Educação. Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências Naturais. Salvador, 2015.

NUSSENZVEIG, H. Moysés, Curso de Física Básica 1-2 Mecânica – Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor, Ed. Edgard Blücher LTDA São Paulo, 1997

PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em 19 de abril de 2021.

PÉREZ, Cláudia C. C; VIEIRA, Renata. Mapas Conceituais: geração e avaliação. III Workshop em Tecnologia da Informação e da Linguagem Humana – TIL, 2005.

RODRIGUES, A.A. Divulgação científica na formação docente: Construindo e divulgando conhecimento por meio do rádio e da internet. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física Mestrado Profissional em Ensino de Física. Universidade Federal do rio Grande do Sul. Instituto de Física. Porto Alegre 2012

SERWAY, R. A., JEWETT, J. W. Principios de Física: Optica e Fisica Moderna. Rio de Janeiro: LTC, 2004. v. 4.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. "Experimento das duas fendas"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/experimento-das-duas-fendas.htm>. Acesso em 15 de novembro de 2022.

TIPLER, P. A. Física para cientistas e engenheiros. Rio de Janeiro: Editora Livros Técnicos e Científicos (LTC) 2000, v.4.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A., FÍSICA IV - ÓTICA E FÍSICA MODERNA, 12a ed. São Paulo, Addison Wesley, 2009.

## **ANEXOS**

## ANEXO A

### Texto 1:

#### O que estuda a Óptica?

A óptica é o ramo da Física que tem como objetivo **estudar a luz e os fenômenos relacionados a ela**. Como a visão é um dos sentidos que mais auxilia no conhecimento, o estudo da óptica é um ramo da ciência bastante antigo, surgindo desde os tempos em que as pessoas passaram a se questionar sobre seu funcionamento.

Assim, a óptica busca explicar, por meio de proposições, os **fenômenos** relativos à trajetória da luz, seja ela visível, infravermelha ou ultravioleta. Além disso, estuda a **natureza constitutiva da luz**, causas de defeitos de visão, projeção de imagem, fenômenos e funcionamento relacionados aos espelhos, estruturas do átomo, entre vários outros assuntos.

Existem alguns registros que mostram que, já em 2283 a.C., cristais de rochas eram utilizados para a observação de estrelas no céu. Na Assíria, durante a Idade Antiga, já existia a lente de cristal. Na Grécia Antiga, lentes de vidro já eram utilizadas para criar fogo.

O grande avanço nos estudos sobre a Óptica veio no século XVI, quando **Galileu Galilei apresentou ao mundo o primeiro telescópio**, no ano de 1609, e Snell Descartes introduziu a Lei da Refração. Além disso, no ano de 1728, Bradley conseguiu calcular a velocidade da luz, chegando ao valor de  $c = 3.08 \times 10^{10}$  cm/s.

Outro grande nome para o desenvolvimento da Óptica enquanto ciência foi o de **Huygens**, que apresentou a **hipótese de que a luz pudesse ser uma onda**, no ano de 1678. Isaac Newton também contribuiu muito para a área, com sua teoria da variação do índice de refração da luz pela variação da cor, que pode ser observada na dispersão da luz ao passar por um prisma.

A depender da forma como a luz se comporta, ela se divide em óptica geométrica e a óptica física.

- **Óptica geométrica** analisa a propagação da luz por meio dos raios, se dedicando ao estudo dos fenômenos de reflexão e refração, bem como, analisa espelhos, lentes e a propagação retilínea da luz.
- **Óptica física**, também chamada de óptica quântica estuda a luz em forma de ondas. Ela analisa os fenômenos de composição, emissão, absorção, polarização, difração e interferência da luz.

O estudo da óptica física subdivide a análise da luz em forma de ondas, dando origem à óptica ondulatória e à óptica **eletromagnética**. A óptica ondulatória entende a luz como onda plana e através do estudo de difração e interferência, considera a frequência da luz e o comprimento da onda. Já a óptica eletromagnética explica a reflexão e a transmissão a partir do entendimento da luz como uma onda eletromagnética.



## A LUZ

A luz é uma onda eletromagnética que se propaga no vácuo com uma velocidade de 300.000 km/s. Na matéria, sua propagação varia de acordo com as características do meio material no qual incide. Portanto, sua propagação na matéria depende da densidade, espessura e composição do corpo.

Quando um raio de luz incide sobre uma superfície, ele pode ser refletido de forma regular ou difusa. Além disso, o raio pode ser refratado ou absorvido pelo meio no qual incide.

Em uma reflexão regular, o feixe de luz incide na superfície e reflete de forma cilíndrica. Já em uma reflexão difusa, os feixes de luz se refletem em variadas direções. A refração ocorre à medida que os raios de luz alteram a velocidade e direção, passando de um meio para outro. Enquanto a absorção acontece quando as superfícies absorvem a luz incidida.

## FONTES DE LUZ

Chamamos de fonte de luz **qualquer corpo que emana luz**. Existem basicamente dois tipos de fontes de luz: primárias e secundárias:

- **Fontes primárias:** são os corpos que produzem luz, também chamados de corpos luminosos. A luz pode ser produzida por diferentes processos, tais como a termoluminescência e a luminescência, que envolve diversos fenômenos de emissão de luz em baixas temperaturas. São **exemplos** de fontes primárias: o Sol e outras estrelas, a chama de uma vela, uma lâmpada acesa, a resistência de uma churrasqueira elétrica ligada etc.
- **Fontes secundárias:** são os corpos que apenas refletem a luz que incide sobre eles e, por isso, são conhecidos como corpos iluminados. São **exemplos** de fontes secundárias: a Lua, seres humanos, vegetais etc.

Além das classificações relacionadas à forma como a luz emerge dos corpos, as fontes de luz podem ser divididas entre fontes puntiformes e fontes extensas, confira:

- **Fontes puntiformes:** são aquelas que têm dimensões desprezíveis, ou seja, são muito pequenas em relação ao observador. **Exemplos:** as estrelas, o pixel de uma televisão, uma lanterna acesa a vários quilômetros de distância etc.
- **Fontes extensas:** são fontes de luz cujo tamanho não pode ser desconsiderado, pois suas dimensões são comparáveis às do cenário que é iluminado. **Exemplos:** Sol e Lua.

## MEIOS DE PROPAGAÇÃO DA LUZ

A luz pode se propagar através de diferentes tipos de meios:

- **Transparentes** – são aqueles que permitem a passagem dos feixes de luz, possibilitando a visão dos corpos com nitidez.
- **Translúcidos** – são aqueles que possibilitam a propagação da luz, no entanto, ela ocorre de maneira desordenada de modo que os corpos são vistos sem nitidez.
- **Opacos** – são aqueles que impedem completamente a passagem da luz e impossibilita a visão de corpos através deles.

## ALGUMAS EQUAÇÕES UTILIZADAS EM ÓPTICA

A óptica utiliza algumas equações e conceitos que são essenciais para a compreensão dos fundamentos da óptica. No que se refere à propagação da luz, é possível utilizar as equações seguintes:

### Lei da refração

Fórmula lei da refração.

$$i = r$$

$i$  = ângulo de incidência

$r$  = ângulo de reflexão

### Índice de refração

Fórmula do índice de refração

$$n_m = \frac{c}{v_m}$$

$n_m$  = índice de refração no meio

$c$  = velocidade da luz no vácuo

$v_m$  = velocidade da luz no meio

### Lei de Snell-Descartes

Fórmula lei de Snell-Descartes.

$$n_1 \text{sen}(i) = n_2 \text{sen}(r)$$

$n_1$  = índice de refração do meio 1

$i$  = ângulo de incidência

$n_2$  = índice de refração do meio 2

$r$  = ângulo de refração

### Índice relativo de refração entre dois meios

Fórmula índice relativo de refração

$$n_{2,1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\text{sen}(i)}{\text{sen}(r)} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$n_{2,1}$  = índice de refração relativo entre os meios 1 e 2

$n_1$  = índice de refração do meio 1

$n_2$  = índice de refração do meio 2

$i$  = ângulo de incidência

$r$  = ângulo de refração

$v_1$  = velocidade da luz no meio 1

$v_2$  = velocidade da luz no meio 2

$\lambda_1$  = comprimento de onda no meio 1

$\lambda_2$  = comprimento de onda no meio 2

## PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DA ÓPTICA

A óptica utiliza alguns conceitos que são considerados princípios fundamentais da óptica. Entender esses princípios é essencial para a correta compreensão desse campo de estudo.

- **Princípio da Propagação Retilínea** – de acordo com esse princípio, a luz sempre irá se propagar em linha reta quando incidir em meios homogêneos e transparentes.
- **Princípio da Independência de Raios de Luz** – esse princípio diz que, ao se cruzarem, os raios de luz permanecem em trajetória individual, de modo que um feixe de luz não provoca mudança em relação ao outro.
- **Princípio da Reversibilidade da Luz** – esse princípio diz que a luz é reversível, por isso os raios de luz têm a capacidade de fazer o caminho na direção inversa. Em outras palavras, esse princípio explica que a trajetória seguida por um feixe de luz, em um sentido, será a mesma quando o feixe mudar o sentido do percurso.

A óptica geométrica é fundamentada em três princípios:

1º) Princípio da propagação retilínea da luz:



Nos meios homogêneos, a luz se propaga em linha reta.

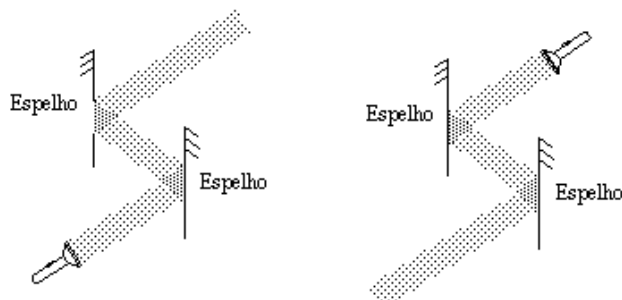
2º) Princípio da independência dos raios de luz:



Um raio de luz não interfere na propagação de outro raio de luz.

3º) Princípio da reversibilidade dos raios de luz:

Quando se inverte o sentido de propagação da luz, sua trajetória não muda.



Fonte: [http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20022/Rod\\_Oliveira/textos/intgeometrica.htm](http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20022/Rod_Oliveira/textos/intgeometrica.htm)

## FENÔMENOS ONDULATÓRIOS

São comportamentos que as ondas possuem ao esbarrar com obstáculos ou ao mudar de meio. Esses fenômenos ocorrem com qualquer tipo de onda: mecânica ou eletromagnética. Mas é mais comum estudarmos com as ondas de luz visível. Os sete tipos mais comuns de fenômenos ondulatórios são: **reflexão, refração, polarização, dispersão, difração, interferência e ressonância.**

As ondas são perturbações que se propagam no espaço ou em meios materiais transportando energia. De acordo com a sua natureza, as ondas podem ser classificadas em dois tipos:

- **Ondas mecânicas:** são as ondas que se propagam em meios materiais. Por exemplo: as ondas marítimas, ondas sonoras, ondas sísmicas etc. A descrição do comportamento desse tipo de onda é feita pelas Leis de Newton.
- **Ondas eletromagnéticas:** são resultado da combinação de campo elétrico com campo magnético. A sua principal característica é que não precisam de um meio material para propagar-se. São exemplos desse tipo de onda a luz, raio X, micro-ondas, ondas de transmissão de sinais, entre outras. Elas são descritas pelas equações de Maxwell.

Portanto, os fenômenos ondulatórios são aqueles em que os princípios físicos por trás de seu acontecimento são as ondas. É importante destacar que, na natureza, vários fenômenos podem ser caracterizados como ondulatórios.

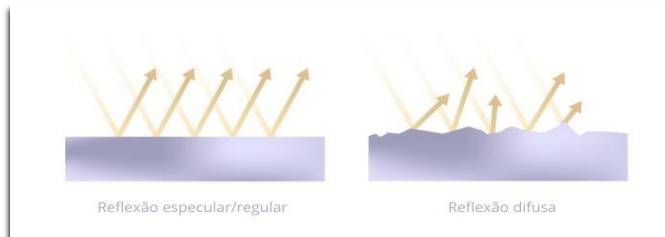
Por exemplo, o som que ouvimos quando uma pessoa fala é um tipo de onda. Nesse caso, ouvimos devido à perturbação nas moléculas de ar que se propagam até nosso ouvido, no qual temos uma estrutura capaz de receber e reconhecer essa perturbação.

Já no caso das micro-ondas, utilizadas para fins residenciais, temos a criação e propagação de outro tipo de onda, diferente das ondas sonoras e caracterizado como onda eletromagnética. Podemos perceber, nos dois casos citados, que os tipos de ondas e, portanto, dos fenômenos ondulatórios envolvidos apresentam diferentes naturezas.

## TIPOS DE FENÔMENOS ONDULATÓRIOS

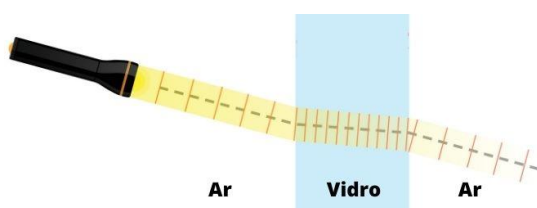
**Reflexão:** ocorre **quando a onda esbarra em um objeto sólido e volta** para o mesmo meio. Nessa situação, sua velocidade, frequência e comprimento permanecem da mesma forma. Além disso, em virtude da primeira lei da reflexão, sabemos que o ângulo das ondas que incidem é o mesmo que das ondas que refletem.

Existem dois tipos de reflexão de onda: especular ou regular e a difusa.



Na **reflexão especular/regular**, a superfície refletora é extremamente polida. Assim, a reflexão é organizada e é **possível a formação de imagens**. Na **reflexão difusa**, a superfície possui rugosidades, fazendo com que os raios refletidos se dirijam para diferentes pontos, **não possibilitando a formação de imagens nítidas**.

**Refração:** ocorre quando a onda atravessa um meio diferente e é desviada. Cada meio possui uma dificuldade diferente de passagem da onda. Meios mais difíceis (como o vidro) possuem índices de refração ( $N$ ) maiores que meios nos quais a onda passa com mais facilidade (como o ar).

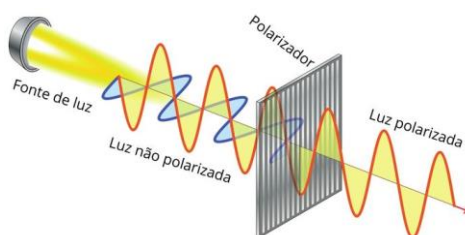


Refração da luz passando do ar para o vidro.

Como há a mudança de meio, sua velocidade, direção e comprimento de onda mudam, mas sua frequência permanece a mesma (pois só depende da fonte que emite a onda). Por meio da lei de Snell-Descartes, é possível achar os ângulos de incidência e refração que são diferentes.

$$n_{\text{incidente}} \cdot \theta_{\text{incidência}} = n_{\text{refratado}} \cdot \theta_{\text{refratado}}$$

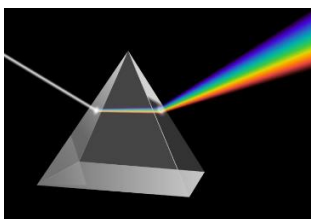
**Polarização:** ocorre quando a onda é orientada em apenas uma direção. Isso ocorre quando a onda (que pode estar em diversas direções) passa por um polarizador e começa a vibrar na mesma direção do polarizador.



Ondas de luz visível sendo polarizadas verticalmente.

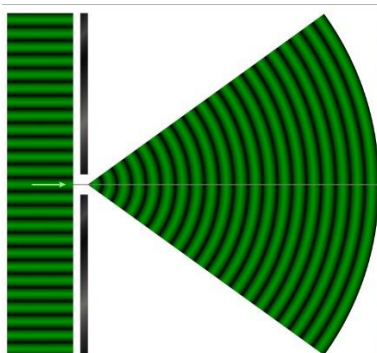
Somente ondas transversais (que possuem a direção de propagação diferente da direção de vibração) podem ser polarizadas, devido à variação da amplitude.

**Dispersão:** acontece com as ondas luminosas, como **quando a luz branca é destrinchada nos outros feixes de cores** ao esbarrar em objetos como primas de vidro.



Luz branca sofrendo dispersão.

**Difração:** ocorre quando a onda encontra um obstáculo e **consegue propagar-se através de uma abertura ou contornando o obstáculo**.



Onda sofrendo difração.

Embora a onda consiga atravessar o obstáculo, **a quantidade de energia da onda se perde no processo**.

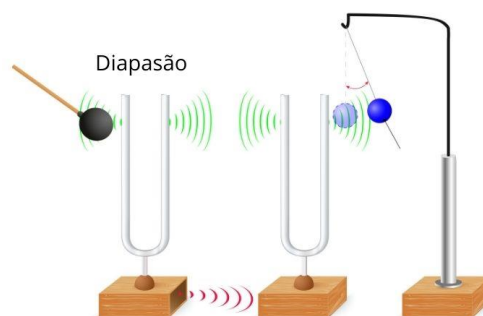
**Interferência:** ocorre quando a onda esbarra em outra onda. Há dois tipos de interferências: construtiva e destrutiva.



Interferência construtiva e interferência destrutiva em ondas.

Na **interferência construtiva**, ondas com a mesma fase se combinam, formando uma onda de maior amplitude. Na **interferência destrutiva**, ondas com fases diferentes e frequências próximas se subtraem, anulando-se.

**Ressonância**: ocorre quando uma onda externa tem a mesma vibração que a vibração de algum outro corpo. Nessa situação a vibração externa é absorvida pela interna e, assim, a vibração natural é ampliada.



Vibração do diapasão sendo amplificada por outro diapasão, o que é capaz de mover a bola.

## ÓPTICA NO DIA A DIA

Os estudos de óptica são bastante utilizados em biologia e na medicina. Através dela é possível explicar o funcionamento do olho humano, por exemplo. Além disso, óptica se faz presente em diversas situações do dia a dia, desde a observação de fenômenos naturais como o arco-íris até aplicações em objetos como câmeras fotográficas e filmadoras. Confira algumas situações do cotidiano em que a óptica se faz presente:

- Ao usar óculos ou lentes de contatos;
- Ao usar aparelhos de observação, como os microscópios e telescópios;
- Ao usar máquinas fotográficas e filmadoras;
- Ao olhar-se no espelho.
- Ao utilizarmos fibras ópticas (cabos de fibras ópticas são usados em telefonia e podem processar 40000 chamadas de uma vez.)
- Ao utilizar raio laser para leitura de CDs e DVDs
- Ao fazermos o uso da leitura óptica de códigos de barras muito usado nos dias de hoje no comércio e em caixas eletrônicos;
- Ao usarmos sensores de movimento óptico;
- Ao usarmos aparelhos de leitura óptica para ler impressões digitais.

Os fenômenos ondulatórios estão presentes a todo tempo no nosso dia a dia, desde quando acordamos e conseguimos enxergar os objetos por meio da reflexão, difração e refração luminosa, até o momento que iremos dormir, com a produção de calor do nosso corpo debaixo da coberta.

**Questões para refletir:**

1. O que se estuda em óptica?
2. Afinal a luz é uma onda ou partícula?
3. Qual fenômeno ondulatório está relacionado a formação das cores do arco-íris
- 4 A óptica se faz presente em diversas situações do dia a dia. Cite duas situações presentes em sua vida. (pessoal)

**Texto adaptado:** TEIXEIRA, Mariane Mendes. "Óptica"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/optica.htm>. Acesso em 23 de maio de 2022.



## ANEXO B

### PERGUNTAS ELABORADAS PELOS ALUNOS DO 2º ANO DO COLÉGIO ESTADUAL DE PIRIPÁ PARA CONFEÇÃO DE JOGO DE DOMINÓ SOBRE O COMPORTAMENTO DA LUZ E DOS FENÔMENOS ONDULATÓRIOS RELACIONADOS À ÓPTICA FÍSICA COM MEDIAÇÃO DO PROFESSOR.

#### 1. O que é Luz?

É uma onda eletromagnética cuja frequência encontra-se no espectro visível para os seres humanos. Pode propagar-se através de diversos meios e sofrer alterações de velocidade ao passar de um meio de propagação para outro. No vácuo, possui velocidade máxima equivalente a  $3,0 \times 10^8$  m/s.

#### 2. O que é Luz?

São comprimentos de onda na faixa de 400nm a 700nm (nanômetros) entre o infravermelho (com comprimentos de onda mais longos) e o ultravioleta (com comprimentos de onda mais curtos). Sua natureza é dual, isto é: ora ela comporta-se como uma onda, ora como partícula.

#### 3. O que é Reflexão?

É o fenômeno óptico em que uma onda de luz atinge uma superfície e muda de direção e/ou sentido, mas continua no mesmo meio de propagação. **Esse fenômeno permite que enxerguemos todos os corpos que não produzem a própria luz**, chamados de fontes secundárias de luz ou simplesmente corpos iluminados.

#### 4. O que é Refração?

É o fenômeno que consiste na mudança de velocidade de propagação da onda eletromagnética quando essa atravessa meios ópticos diferentes. Durante esse fenômeno, o comprimento de onda da luz muda, enquanto a sua frequência permanece constante. Pode ou não ser acompanhada de uma mudança na direção da propagação da luz.

#### 5. O que é Dispersão?

É um fenômeno óptico em que a luz é separada em suas diferentes cores quando refratada através de algum meio transparente, a exemplo do arco-íris, do prisma e da lente fotográfica. Ocorre quando a velocidade de propagação da luz no interior de algum meio depende da frequência da onda eletromagnética. A luz tem a sua velocidade alterada. Esse fenômeno pode ou não estar acompanhado em uma mudança na trajetória percorrida pela luz que se propaga pelo meio. A medida da mudança de velocidade da luz refratada pode ser calculada por meio de um coeficiente adimensional chamado índice de refração.

#### 6. O que é Difração?

Pode ser definida como a capacidade das ondas em contornar obstáculos ou atravessar fendas, com dimensões equivalentes ao seu comprimento de onda, fragmentando-se no seu espectro. Ela ocorre independentemente do tipo de onda, contudo, dependendo do formato da fenda (fenda simples, fenda dupla, abertura circular ou rede de difração), teremos a formação de padrões de imagens diferentes.

**7. O que é Interferência?**

Fenômeno que ocorre quando dois feixes luminosos, ou duas ondas, provenientes da mesma fonte, percorrem caminhos diferentes e depois convergem para uma mesma região do espaço. Esse fenômeno representa a superposição de duas ou mais ondas em um mesmo ponto. Isso acontece de acordo com o princípio da superposição de ondas.

**8. O que é Polarização?**

Esse fenômeno da luz ocorre quando a luz natural, que antes se propagava em todos os planos, passa a se propagar em um único plano. As fontes luminosas geralmente emitem luzes formadas por ondas eletromagnéticas que vibram em várias direções, nessas há sempre um plano perpendicular para cada raio de onda luminosa. Essa luz é chamada de **luz natural**.

**9. O que é uma Câmara Escura? Está relacionada à qual fenômeno óptico?**

É um objeto totalmente fechado, com as paredes opacas e com um pequeno orifício em uma das faces. Ao colocarmos um pequeno objeto luminoso ou iluminado em frente à câmara, podemos observar a imagem formada na parede oposta ao orifício. Essa imagem é uma imagem real e invertida, comprovando o fenômeno óptico do princípio da propagação retilínea da luz.

**10. O que é um Espectroscópio?**

É um instrumento científico que divide a luz em seus diferentes comprimentos de onda, que os humanos veem como cores diferentes. É um dispositivo óptico amplamente utilizado na astronomia, química e outras áreas para visualizar o espectro da luz. A peça básica desse aparelho é a rede de difração ou o prisma, cuja função é dispersar o feixe de radiação em seus comprimentos de onda componentes.

**11. O que é uma onda Eletromagnética?**

São oscilações formadas por campos elétricos e magnéticos variáveis, que se propagam tanto no vácuo quanto em meios materiais. Elas são ondas tridimensionais e transversais que viajam na velocidade da luz, transportando exclusivamente energia.

**12. Explique como funciona o Disco de Newton.**

Ao entrar em movimento, cada cor do disco se sobrepõe em nossa retina, dando a sensação de mistura. Com velocidade suficiente e cores corretas o disco dá a ilusão de ficar de cor cinza ou branco. É um experimento que pode ser mais facilmente entendido se fizermos uma analogia com um prisma. No prisma a luz branca é espalhada e o que se observa é um espectro com as cores do arco-íris. No disco, fazemos o inverso, pegamos essas cores espalhadas e juntamos de volta, observando assim a formação da cor branca.

**13. Em que consiste o experimento da Dupla Fenda?**

Esse experimento é um dos mais conhecidos na área da Física. Consiste em deixar que a luz visível se difracte através de duas fendas, formando um padrão de interferência, mostrando regiões claras e escuras que correspondem aos locais onde as ondas luminosas interferiram entre si construtivamente e destrutivamente. Foi Thomas Young quem realizou esse experimento comprovando que a luz é uma onda.

**14. O que é absorção da luz?**

É um fenômeno óptico que ocorre quando a radiação eletromagnética visível incide sobre a superfície de algum material, de forma que alguma parcela da energia carregada por essa luz permaneça retida nele. Os materiais capazes de absorver a luz visível são chamados de opacos.

**15. O que é uma Onda?**

São perturbações que se propagam pelo espaço sem transporte de matéria, apenas de energia. Exemplos: ondas do mar, ondas de rádio, som, luz, raio-x, micro-ondas dentre outras. A parte da Física que estuda esse fenômeno e suas características é chamada de ondulatória.

**16. Por que o céu é azul?**

A explicação por trás do fenômeno vem da forma como a luz se espalha pelas moléculas na atmosfera. É a luz azul — que tem o comprimento mais curto — que se espalha mais intensamente por essas pequenas partículas, o que leva à coloração azulada que observamos.

**17. A luz é uma onda ou uma partícula?**

A luz possui comportamento duplo, ou seja, pode ser interpretada como onda em determinadas situações e comportar-se como partícula em casos específicos. Dessa forma, a luz tanto é onda quanto partícula, possuindo, portanto, um comportamento dual.

**18. O que é uma Partícula?**

É um termo que admite várias acepções. Mas na Física e Química é utilizado para classificar a menor divisão de uma matéria, considerada indivisível e parte elementar de um composto.

**19. A vela, o sol, a lâmpada e o fogo são...**

Fontes de luz primária, pois emitem luz própria e não necessitam de outros corpos para que propaguem luz.

**20. A lua, as nuvens, as árvores e pessoas são...**

Fonte de luz secundária, pois não emitem luz própria. Para que ocorra a emissão de luz por elas é necessário que ocorra a difusão (processo em que os raios de luz são espalhados aleatoriamente). O processo de envio pode ocorrer tanto por reflexão ou por refração. As fontes de luz secundária emitem a luz recebida de outros corpos.

**21. O que são Fenômenos Ondulatórios?**

São comportamentos que as ondas possuem ao esbarrar com obstáculos ou ao mudar de meio. Esses fenômenos ocorrem com qualquer tipo de onda: mecânica ou eletromagnética. Mas é mais comum estudarmos com as ondas de luz visível. Os sete tipos mais comuns de fenômenos ondulatórios são: reflexão, refração, polarização, dispersão, difração, interferência e ressonância.

**22. O que estuda a Óptica Geométrica?**

Estuda a propagação da luz por meio dos raios de luz. Os fenômenos que essa área abrange são: propagação retilínea da luz, reflexão e refração da luz, espelhos e lentes.

**23. Como se forma o Arco-íris?**

É um fenômeno óptico formado pela decomposição da luz branca emitida pelo sol em várias cores, causado pela reflexão, refração e dispersão da luz em gotículas de água, resultando em um espectro de luz que aparece no céu. Por isso, é mais comum vê-lo em dias de chuva ou próximo de cachoeiras. Ele possui várias cores, mas sete são as mais perceptíveis ao olho humano.

**24. O que é Óptica?**

É a área da física que se dedica ao estudo de fenômenos associados à luz. A depender da forma como a luz se comporta, ela se divide em óptica geométrica e a óptica física. A Óptica Física, que estuda os fenômenos da natureza da luz, e Óptica Geométrica, que estuda a propagação e o comportamento da luz.

**25. O que estuda a Óptica Física?**

Estuda o comportamento ondulatório da luz. Os fenômenos estudados por essa área são: emissão, composição, absorção, polarização, interferência e difração da luz.

**26. O que é Aurora Boreal?**

É um fenômeno luminoso que ocorre quando as partículas emitidas pelo Sol, chamadas de vento solar, adentram as regiões atmosféricas polares, que apresentam campos magnéticos mais concentrados, com altas intensidades. Essas partículas são eletricamente carregadas, por isso, ao adentrarem os polos, sofrem deflexões, emitindo luzes verdes e azuladas nesse processo.

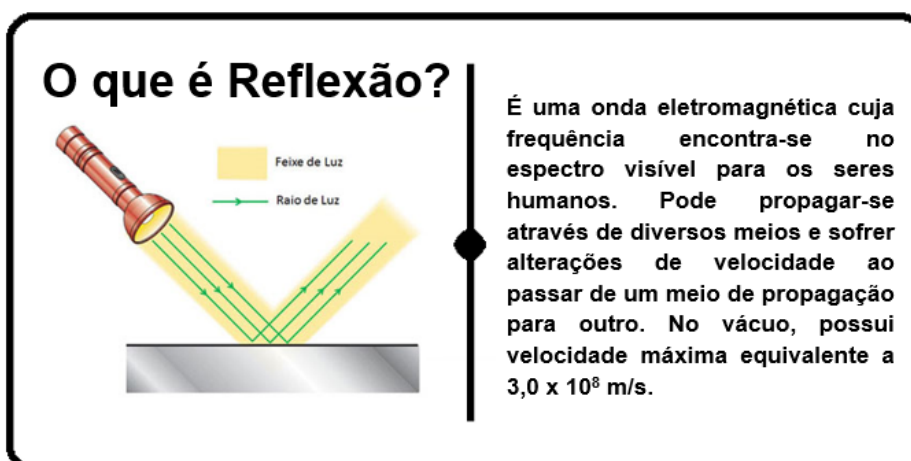
**27. Dualidade Onda-Partícula****28. Dualidade Onda-Partícula**

**OBSERVAÇÃO:** Na aula o professor explica as regras do jogo de Dominó Pedagógico.

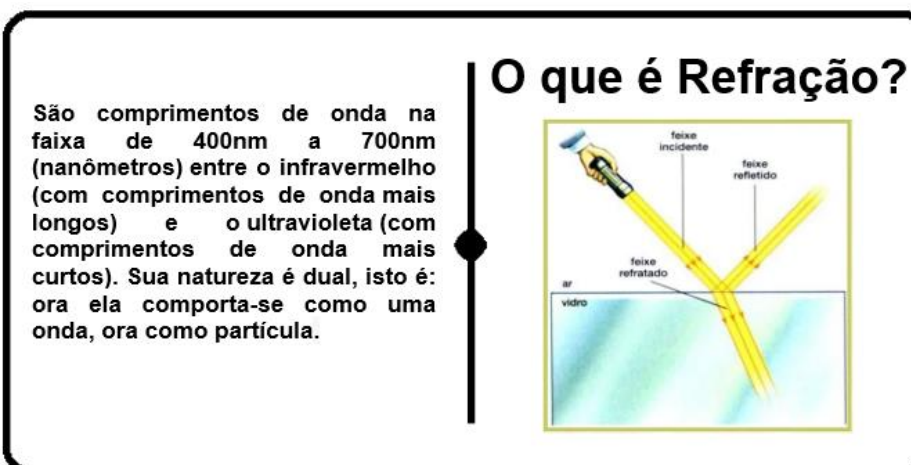
## ANEXO C – Jogo de Dominó Pedagógico para impressão



Fonte: <https://www.prismatic.com.br/beneficios-da-luz-solar/>

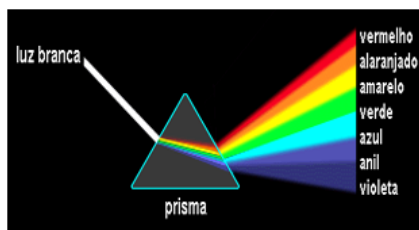


Fonte: <https://www.explicatorium.com/cfq-8/reflexao-da-luz.html>



Fonte: <https://pt.slideshare.net/RhuanOrnilo/refrao-da-luz-8129721>

## O que é Dispersão?

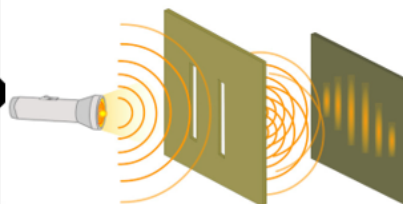


É o fenômeno óptico em que uma onda de luz atinge uma superfície e muda de direção e/ou sentido, mas continua no mesmo meio de propagação. Esse fenômeno permite que enxerguemos todos os corpos que não produzem a própria luz, chamados de fontes secundárias de luz ou simplesmente corpos iluminados.

Fonte: <https://fisicoquimica2013.wordpress.com/som-e-luz/luz/dispersao-da-luz/>

É o fenômeno que consiste na mudança de velocidade de propagação da onda eletromagnética quando essa atravessa meios ópticos diferentes. Durante esse fenômeno, o comprimento de onda da luz muda, enquanto a sua frequência permanece constante. Pode ou não ser acompanhada de uma mudança na direção da propagação da luz.

## O que é Difração?



Fonte: <https://static.mundoeducacao.uol.com.br/mundoeducacao/2022/04/ilustracao-difracao-fendas.jpg>

## O que é Interferência?

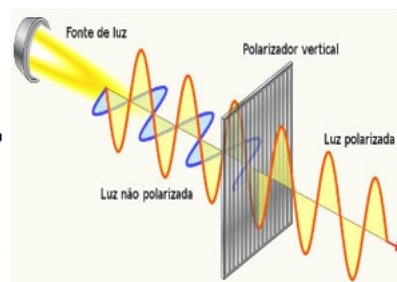


É um fenômeno óptico em que a luz é separada em suas diferentes cores quando refratada através de algum meio transparente, a exemplo do arco-íris, do prisma e da lente fotográfica. Ocorre quando a velocidade de propagação da luz no interior de algum meio depende da frequência da onda eletromagnética. A luz tem a sua velocidade alterada. Esse fenômeno pode ou não estar acompanhado em uma mudança na trajetória percorrida pela luz que se propaga pelo meio. A medida da mudança de velocidade da luz refratada pode ser calculada por meio de um coeficiente adimensional chamado índice de refração.

Fonte: <https://s4.static.brasilecola.uol.com.br/img/2017/12/bolha-de-sabao.jpg>

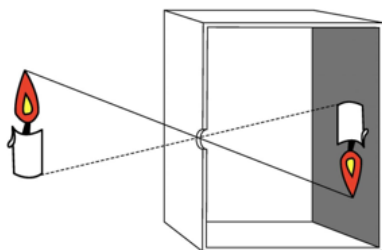
Pode ser definida como a capacidade das ondas em contornar obstáculos ou atravessar fendas, com dimensões equivalentes ao seu comprimento de onda, fragmentando-se no seu espectro. Ela ocorre independentemente do tipo de onda, contudo, dependendo do formato da fenda (fenda simples, fenda dupla, abertura circular ou rede de difração), teremos a formação de padrões de imagens diferentes.

## O que é Polarização?



Fonte: [https://www.preparaenem.com/upload/conteudo/images/luz-polarizada\(2\).jpg](https://www.preparaenem.com/upload/conteudo/images/luz-polarizada(2).jpg)

O que é uma Câmara Escura?  
Está relacionada à qual fenômeno óptico?



Fenômeno que ocorre quando dois feixes luminosos, ou duas ondas, provenientes da mesma fonte, percorrem caminhos diferentes e depois convergem para uma mesma região do espaço. Esse fenômeno representa a superposição de duas ou mais ondas em um mesmo ponto. Isso acontece de acordo com o princípio da superposição de ondas.

Fonte: <http://leigui.blogspot.com.br/2015/06/luz-camera-e-acao.html>

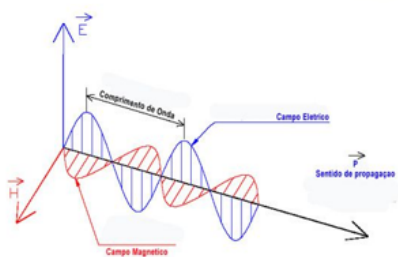
Esse fenômeno da luz ocorre quando a luz natural, que antes se propagava em todos os planos, passa a se propagar em um único plano. As fontes luminosas geralmente emitem luzes formadas por ondas eletromagnéticas que vibram em várias direções, nessas há sempre um plano perpendicular para cada raio de onda luminosa. Essa luz é chamada de luz natural.

## O que é um Espectroscópio?



Fonte: Fotos do autor (2022)

### O que é uma onda Eletromagnética?



É um objeto totalmente fechado, com as paredes opacas e com um pequeno orifício em uma das faces. Ao colocarmos um pequeno objeto luminoso ou iluminado em frente à câmara, podemos observar a imagem formada na parede oposta ao orifício. Essa imagem é uma imagem real e invertida, comprovando o fenômeno óptico do princípio da propagação retilínea da luz.

Fonte: <https://www.blog.ipv7.com.br/wp-content/uploads/2019/07/Onda-Eletromagn%C3%A9tica.png>

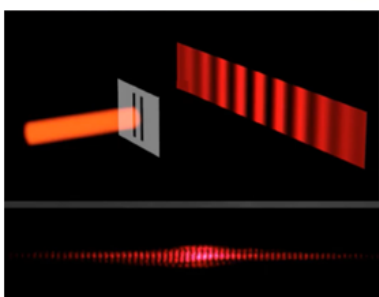
### Explique como funciona o Disco de Newton.

É um instrumento científico que divide a luz em seus diferentes comprimentos de onda, que os humanos veem como cores diferentes. É um dispositivo óptico amplamente utilizado na astronomia, química e outras áreas para visualizar o espectro da luz. A peça básica desse aparelho é a rede de difração ou o prisma, cuja função é dispersar o feixe de radiação em seus comprimentos de onda componentes.



Fonte: <https://s1.static.brasilecola.uol.com.br/be/conteudo/images/o-disco-newton-ilustra-composicao-espectro-visivel-5aa2785858bc3.jpg>

### Em que consiste o experimento da Dupla Fenda?



São oscilações formadas por campos elétricos e magnéticos variáveis, que se propagam tanto no vácuo quanto em meios materiais. Elas são ondas tridimensionais e transversais que viajam na velocidade da luz, transportando exclusivamente energia.

Fonte: <https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Caruso/publication/310817494/figure/fig10/AS:668590424485893@1536415787187/Figura-1-Esquema-do-experimento-da-dupla-fenda.ppm>



Ao entrar em movimento, cada cor do disco se sobrepõe em nossa retina, dando a sensação de mistura. Com velocidade suficiente e cores corretas o disco dá a ilusão de ficar de cor cinza ou branco. É um experimento que pode ser mais facilmente entendido se fizermos uma analogia com um prisma. No prisma a luz branca é espalhada e o que se observa é um espectro com as cores do arco-íris. No disco, fazemos o inverso, pegamos essas cores espalhadas e juntamos de volta, observando assim a formação da cor branca.

### O que é absorção da luz?



Fonte: <https://s5.static.brasilecola.uol.com.br/be/2020/05/absorcao-da-luz.jpg>

### O que é uma Onda?



Esse experimento é um dos mais conhecidos na área da Física. Consiste em deixar que a luz visível se difracte através de duas fendas, formando um padrão de interferência, mostrando regiões claras e escuras que correspondem aos locais onde as ondas luminosas interferiram entre si construtivamente e destrutivamente. Foi Thomas Young quem realizou esse experimento comprovando que a luz é uma onda.

Fonte: <https://static.todamateria.com.br/upload/on/da/ondascirculares.jpg>

É um fenômeno óptico que ocorre quando a radiação eletromagnética visível incide sobre a superfície de algum material, de forma que alguma parcela da energia carregada por essa luz permaneça retida nele. Os materiais capazes de absorver a luz visível são chamados de opacos.

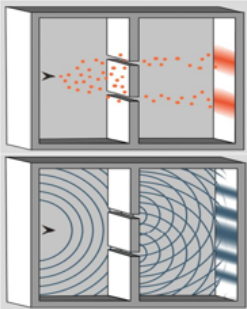
### Por que o céu é azul?



Fonte: [https://www.oarquivo.com.br/images/thumbnails/images/stories/Geral\\_23/azulceu1-fill-440x220.jpg](https://www.oarquivo.com.br/images/thumbnails/images/stories/Geral_23/azulceu1-fill-440x220.jpg)

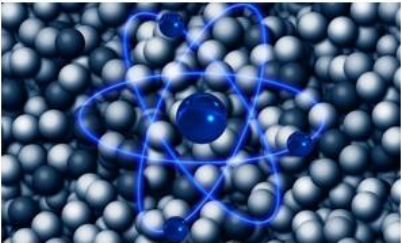
**A luz é uma onda ou uma partícula?**

A explicação por trás do fenômeno vem da forma como a luz se espalha pelas moléculas na atmosfera. É a luz azul — que tem o comprimento mais curto — que se espalha mais intensamente por essas pequenas partículas, o que leva à coloração azulada que observamos.



Fonte: <https://institucional.us.es/blogimus/wp-content/uploads/2019/04/interferencia-young-768x299.jpg>

**O que é uma Partícula?**



São perturbações que se propagam pelo espaço sem transporte de matéria, apenas de energia. Exemplos: ondas do mar, ondas de rádio, som, luz, raio-x, micro-ondas dentre outras. A parte da Física que estuda esse fenômeno e suas características é chamada de ondulatória.

Fonte: [https://images.educamaisbrasil.com.br/content/banco\\_de\\_imagens/guia-de-estudo/D/fisica-de-particulas-fisica.jpg](https://images.educamaisbrasil.com.br/content/banco_de_imagens/guia-de-estudo/D/fisica-de-particulas-fisica.jpg)

**A vela, o sol, a lâmpada e o fogo são...**



É um termo que admite várias acepções. Mas na Física e Química é utilizado para classificar a menor divisão de uma matéria, considerada indivisível e parte elementar de um composto.

Fonte: <https://www.resumoescolar.com.br/wp-content/imagens/conceitos-basicos-da-optica-geometrica.jpg>

A lua, as nuvens, as árvores e pessoas são...

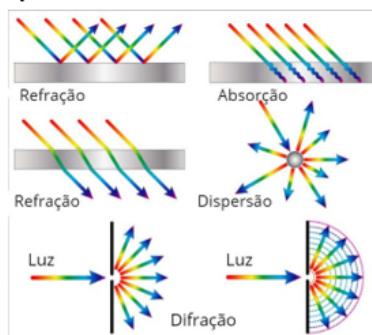


Fontes de luz primária, pois emitem luz própria e não necessitam de outros corpos para que propaguem luz.

Fonte: <https://s1.static.brasilecola.uol.com.br/img/2016/08/lua.jpg>

A luz possui comportamento duplo, ou seja, pode ser interpretada como onda em determinadas situações e comportar-se como partícula em casos específicos. Dessa forma, a luz tanto é onda quanto partícula, possuindo, portanto, um comportamento dual.

O que são Fenômenos Ondulatórios?



Fonte: <https://static.mundoeducacao.uol.com.br/mundoeducacao/2022/09/fenomenos-ondulatorios.jpg>

O que estuda a Óptica Geométrica?



Fonte de luz secundária, pois não emitem luz própria. Para que ocorra a emissão de luz por elas é necessário que ocorra a difusão (processo em que os raios de luz são espalhados aleatoriamente). O processo de envio pode ocorrer tanto por reflexão ou por refração. As fontes de luz secundária emitem a luz recebida de outros corpos.

Fonte: <https://s1.static.brasilecola.uol.com.br/be/conteudo/images/a-camera-fotografica-um-instrumento-optico-que-funciona-acordo-com-os-principios-ptica-geometrica-564e02fe45ebb.jpg>

### Como se forma o Arco-íris?

São comportamentos que as ondas possuem ao esbarrar com obstáculos ou ao mudar de meio. Esses fenômenos ocorrem com qualquer tipo de onda: mecânica ou eletromagnética. Mas é mais comum estudarmos com as ondas de luz visível. Os sete tipos mais comuns desses fenômenos são: reflexão, refração, polarização, dispersão, difração, interferência e ressonância.



Fonte: [https://images.educamaisbrasil.com.br/content/banco\\_de\\_imagens/guia-de-estudo/D/cores-do-arco-iris-arco-iris-fisica.jpg](https://images.educamaisbrasil.com.br/content/banco_de_imagens/guia-de-estudo/D/cores-do-arco-iris-arco-iris-fisica.jpg)

### O que é Óptica?

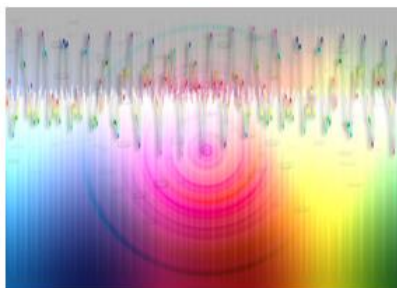
É um fenômeno óptico formado pela decomposição da luz branca emitida pelo sol em várias cores, causado pela reflexão, refração e dispersão da luz em gotículas de água, resultando em um espectro de luz que aparece no céu. Por isso, é mais comum vê-lo em dias de chuva ou próximo de cachoeiras. Ele possui várias cores, mas sete são as mais perceptíveis ao olho humano.



Fonte: <https://enoisnafisica.files.wordpress.com/2013/02/slides-de-ptica-geomtrica-1-728.jpg?w=468&h=351>

### O que estuda a Óptica Física?

É a área da física que se dedica ao estudo de fenômenos associados à luz. A depender da forma como a luz se comporta, ela se divide em óptica geométrica e a óptica física. A Óptica Física, que estuda os fenômenos da natureza da luz, e Óptica Geométrica, que estuda a propagação e o comportamento da luz.



Fonte:

[https://static.mundoeducacao.uol.com.br/mundoeducacao/conteudo\\_legenda/52d2f8b25a512f7202d430a5a91a36dc.jpg](https://static.mundoeducacao.uol.com.br/mundoeducacao/conteudo_legenda/52d2f8b25a512f7202d430a5a91a36dc.jpg)

### Dualidade Onda-Partícula

Também chamada de óptica quântica estuda o comportamento ondulatório da luz. Os fenômenos estudados por essa área são: emissão, composição, absorção, polarização, interferência e difração da luz.



NEWTON VS HUYGENS

Fonte:

<https://www.facebook.com/SgtScholar/photos/a.2044453005786741/2921703724728327/?type=3>

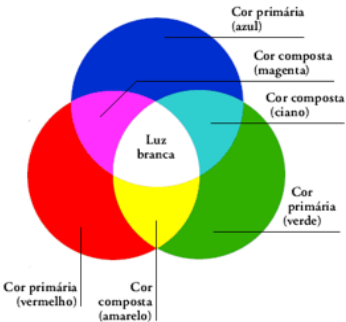
### O que é Aurora Boreal?



Estuda a propagação da luz por meio dos raios de luz. Os fenômenos que essa área abrange são: propagação retilínea da luz, reflexão e refração da luz, espelhos e lentes.

Fonte: <https://s4.static.brasilecola.uol.com.br/img/2018/12/aurora-boreal.jpg>

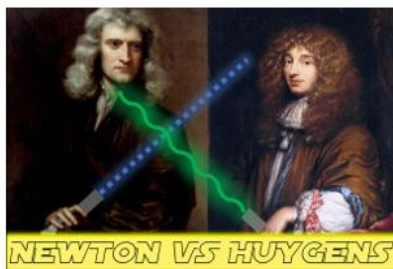
### Qual é a relação entre a luz e as cores?



É um fenômeno luminoso que ocorre quando as partículas emitidas pelo Sol, chamadas de vento solar, adentram as regiões atmosféricas polares, que apresentam campos magnéticos mais concentrados, com altas intensidades. Essas partículas são eletricamente carregadas, por isso, ao adentrarem os polos, sofrem deflexões, emitindo luzes verdes e azuladas nesse processo.

Fonte: <https://www.if.ufrj.br/~coelho/DI/Image25.gif>

### Dualidade Onda-Partícula



A relação está diretamente relacionada à reflexão e a refração dos raios de luz a partir da superfície do objeto em questão, segundo o qual a luz incide. A luz é formada por várias cores, e essas cores batem nos objetos e é refletida para os nossos olhos permitindo com que nós possamos ver. Exemplo: uma blusa vermelha absorve todas as cores com exceção do vermelho, a cor que é refletida, fazendo com que vejamos a blusa com a cor vermelha. ... O branco reflete todas as cores, em contrapartida, o preto absorve todas as cores e não reflete nenhuma.

Fonte:

<https://www.facebook.com/SgtScholar/photos/a.2044453005786741/2921703724728327/?type=3>

## ANEXO D

### ATIVIDADE EXPERIMENTAL 1:

#### **Câmara escura com lente ou de orifício**

##### **Materiais necessários:**

- 1 caixa pequena;
- 1 cartolina preta;
- 1 folha de papel vegetal;
- 1 lupa;
- 1 tesoura;
- 1 estilete;
- 1 fita adesiva ou fita isolante;
- 1 cola;
- 1 prego;
- 1 lata de leite;

As câmeras fotográficas atuais foram possíveis graças a um conceito chamado de câmara escura. Aqui estudaremos sobre o que é uma câmara escura, qual seu objetivo e sua equação.

##### **O que é a câmara escura?**

Basicamente, a câmara escura é uma caixa de material opaco, com o orifício em uma das faces para que a luz possa entrar.

A princípio, a câmara escura foi desenvolvida pelos inventores da câmera fotográfica, porém existem relatos da utilização da câmara escura por Aristóteles para observações astronômicas e até mesmo por Leonardo Da Vinci.

A ideia deste experimento surgiu no século X, mas apenas no século XIX ele foi utilizado como uma câmera fotográfica, quando as propriedades de sais de prata, sensíveis à luz, foram descobertas. Assim, era possível gravar esta imagem em uma placa devidamente preparada, obtendo o que hoje chamamos de fotografia.

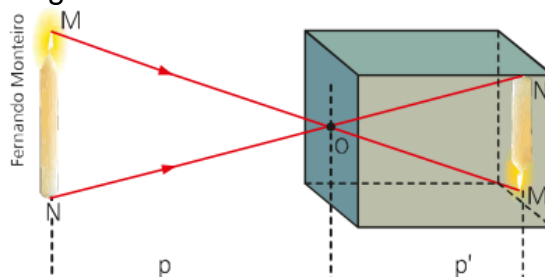
##### **Qual é o seu objetivo?**

O principal objetivo da câmara escura é comprovar o princípio da propagação retilínea da luz. Esse princípio permite que a luz entre pelo orifício e atinja o anteparo da câmara. Caso a luz não se propagasse em linha reta, isso não aconteceria.

Além disso, no passado, muitos estudiosos utilizaram esse experimento para medir o tamanho de objetos distantes.

## Equação da câmara escura

Graças ao princípio da propagação retilínea da luz, podemos chegar em uma equação para a câmara escura. Tomemos como exemplo um esquema de uma câmara escura a seguir.



Colocando-se um objeto MN na frente do orifício, é possível gerar uma imagem M'N' no fundo da câmara escura, sendo essa imagem invertida e menor que o objeto MN. Por conta da semelhança entre os triângulos MNO e M'N'O obtemos a seguinte equação:

$$\frac{MN}{M'N'} = \frac{p}{p'}$$

- **MN**: Tamanho (altura) do objeto;
- **M'N'**: tamanho da imagem;
- **p**: distância do objeto ao orifício (distância do objeto à câmara);
- **p'**: distância do orifício à imagem (profundidade da caixa).

Essa expressão é conhecida como equação da câmara escura.

## Experiência da câmara escura

Existem experimentos sobre a câmara escura que podem ser feitos em casa e outros tipos de câmara escura além daquela com orifício, comentada acima.

## Câmara escura com lente

No vídeo abaixo, **figura 35**, pode-se observar como é feita uma câmara escura com lente, e como ela funciona na prática!



**Figura 35:** Câmara escura com lente

**Fonte:** <https://www.youtube.com/watch?v=yZlt8VgjKdc>

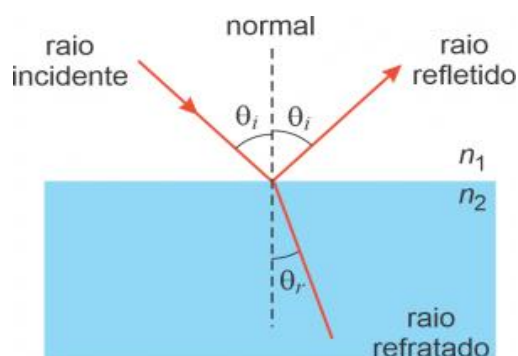


## ANEXO E

**ATIVIDADE EXPERIMENTAL 2:****Experimentos de refração envolvendo água****Materiais necessários:**

- Frascos ou vasilhas transparentes nos formatos cilíndricos e esféricos; (Ver no laboratório de química da escola: Balão de fundo Chato, Béquer e outros);
- Imprimir ou fazer a mão setas (direita/esquerda/cima/baixo);
- Palavras escritas ou digitadas de trás para frente;
- Corante para água;
- Laser vermelho ou verde;
- Copo com água;
- Laser vermelho ou verde;
- Pincel ou Lápis;
- Moeda;
- Aquário;
- Barbante.

A refração é a mudança na velocidade de propagação de uma onda que ocorre quando ela passa a se propagar em um outro meio. Essa mudança de velocidade é caracterizada por meio do índice de refração do meio, que é definido como a razão entre as velocidades da luz no vácuo  $c$  e no meio em questão  $v$ , ou seja,  $n = \frac{c}{v}$ .



**Figura 36:** Ângulos de incidência de reflexão e refração da luz

**Fonte:** <http://demonstracoes.fisica.ufmg.br/files/imagens/KLCA10-01.png?300x221u>

A refração segue as seguintes leis:

- os raios incidente, refratado e a normal às superfícies, no ponto de incidência, estão em um mesmo plano;

- o ângulo de incidência  $\theta_i$  entre o raio incidente e a normal, e o ângulo  $\theta_r$  que o raio refratado faz com essa mesma normal obedecem a lei de Snell,  $n_1 \text{sen}\theta_i = n_2 \text{sen}\theta_r$ , como apresentado na figura 36.

Portanto, ao passar de um meio com índice de refração maior para outro em que ele é menor, o raio refratado se aproxima da normal.

### Experimento:

#### Reflexão e refração num aquário

Encha a cuba com água e posicione o laser acima da superfície, de forma que o feixe de luz emitido incida obliquamente sobre a mesma como na **figura 36**.

O feixe de luz pode ser visualizado no ar por meio de fumaça, que pode ser produzida queimando-se um pedaço de barbante.

Observe os ângulos de incidência e de refração e verifique que eles obedecem a lei de Snell.

O que acontece com o ângulo de refração quando se diminui o ângulo de incidência?

---



---

Qual é o ângulo de refração quando o feixe de luz incide perpendicularmente sobre a superfície da água?

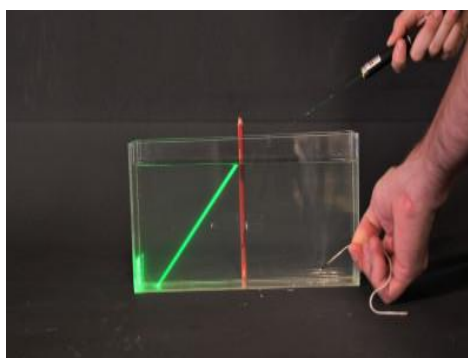
---



---

Atividade para os alunos:

Com um transferidor, meça os ângulos de incidência e de refração e peça para os estudantes determinarem o índice de refração da água e a velocidade de propagação da luz nesse meio.



**Figura 37:** experimento de Reflexão e refração num aquário

**Fonte:** <http://demonstracoes.fisica.ufmg.br/files/images/KLCB10-03.jpg?400x281u>

Por que o pincel parcialmente mergulhado na água nos parece quebrado?

---

---

Você é capaz de citar outros exemplos do seu cotidiano onde a Refração da luz está presente?

---

---

Link: <http://demonstracoes.fisica.ufmg.br/artigos/ver/83/6.-Refracao-da-luz>

## ANEXO F

### **ATIVIDADE EXPERIMENTAL 3:**

#### **Espectroscópio caseiro**

##### **Materiais necessários:**

- Mídia de CD ou DVD;
- Caixa de papelão;
- Papel cartão preto;
- Cola;
- Tesoura;
- Estilete;
- Fita isolante;
- Fita adesiva;
- Fita adesiva;
- Vela;
- Lâmpadas (incandescente, fluorescente, Led e negra).

##### **O que é um Espectroscópio?**

O espectroscópio é um instrumento utilizado para decomposição e análise da luz emitida por uma determinada fonte, que os humanos veem como cores diferentes. Ao passar por uma rede de difração, a luz é decomposta em seus componentes do espectro. Uma vez que cada elemento químico possui um espectro característico, a análise espectral de uma determinada fonte luminosa revela características como a composição química da mesma.

A cor violeta tem o comprimento de onda mais curto que as pessoas podem ver e o vermelho o mais longo.

Este instrumento também pode identificar os comprimentos de onda que os humanos não podem ver, como a radiação infravermelha e ultravioleta.

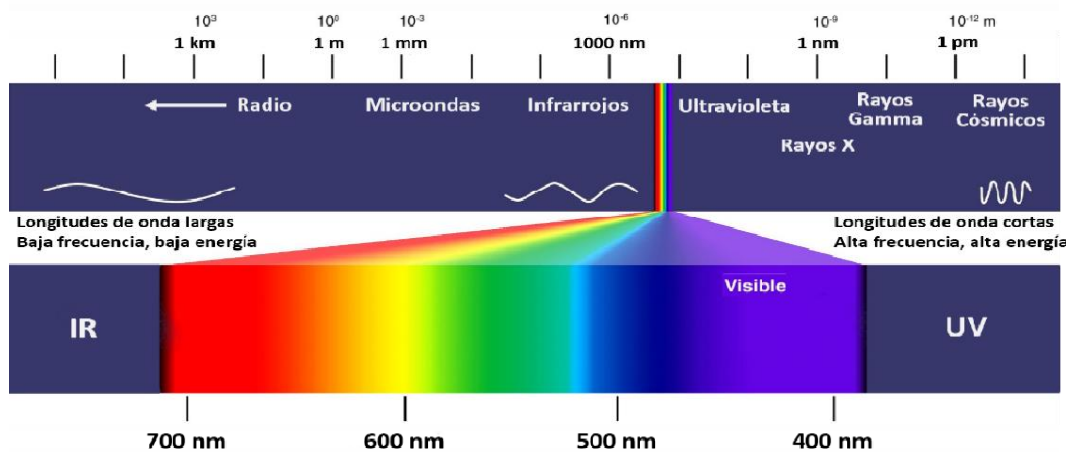
A luz normalmente contém uma mistura de diferentes comprimentos de onda. Ao estudar isso, os cientistas podem encontrar informações úteis, como os elementos químicos presentes na fonte da luz.

Os **espectroscópios** são amplamente utilizados em astronomia, química e outras áreas.

##### **Espectro eletromagnético**

As radiações eletromagnéticas podem ser analisadas em diferentes faixas espectrais (**Figura 38**): visível, infravermelho, ultravioleta, micro-ondas, raios X, etc. Este trabalho foi desenvolvido dentro da faixa do visível que envolve comprimentos de onda desde o vermelho (720 nm) até o violeta (390 nm), no entanto deve-se ressaltar que atualmente a análise espectral não se restringe à faixa visível.

O intervalo de frequência que o olho humano é capaz de perceber vai de  $4 \cdot 10^{14}$  Hz a  $8 \cdot 10^{14}$  Hz, e é chamado de espectro visível. Essa radiação luminosa constitui uma faixa pequena do espectro eletromagnético, deste modo os olhos não são capazes de perceber a maioria das radiações.

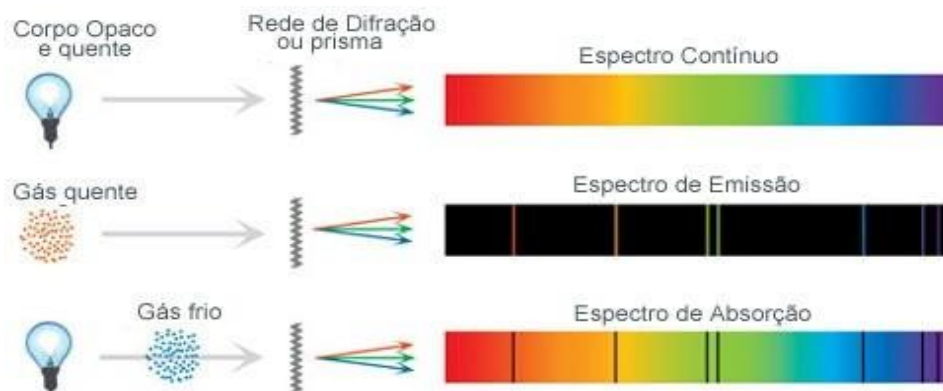


**Figura 38:** Espectro eletromagnético destacando o espectro visível.

**Fonte:** [https://isqch.files.wordpress.com/2015/06/espectro\\_em.png](https://isqch.files.wordpress.com/2015/06/espectro_em.png)

### Leis de Kirchhoff

A partir de suas experiências, Kirchhoff formulou as três leis básicas da espectroscopia que estão ilustradas (**Figura 39**) seguindo a ordem crescente de cima para baixo.



**Figura 39:** Ilustrações das leis de Kirchhoff.

**Fonte:** [http://www.apolo11.com/imagens/etc/leis\\_kirchhoff.jpg](http://www.apolo11.com/imagens/etc/leis_kirchhoff.jpg)

### Objetivos:

Este trabalho teve como objetivo trazer algumas contribuições para o ensino da análise de espectros da luz visível através de um espectroscópio caseiro. Mostrou que fazendo uso de um espectroscópio construído em sala de aula, lâmpadas distintas e uma vela acesa foi possível comprovar que cada elemento químico e cada partícula tem seu espectro característico. Consequentemente, proporcionou um melhor entendimento de como os astrônomos conseguem tantas informações de objetos longínquos usando apenas a luz.

## ANEXO G

### ATIVIDADE EXPERIMENTAL 4:

#### Disco de Newton

##### **Materiais necessários:**

1 cartolina branca;  
Marcadores ou tinta com as cores vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta;  
Cola de isopor;  
Tesoura;  
Régua;  
Compasso;  
Lápis;  
Furador de papel;  
Barbante;  
Compassos;  
Disco de CD ou DVD;  
Ventilador;  
Fita de vedação.

##### **Introdução**

O disco de Newton é um experimento muito conhecido da Física. Consiste em um disco colorido com as cores primárias do espectro visível (vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta). Esse disco gira, apresenta grande velocidade e tem como objetivo mostrar a composição da luz branca.

Quando parado, a separação das cores é nítida, no entanto, ao colocarmos o disco para girar, as cores misturam-se, e o disco parece ficar branco. Newton fez uso desse dispositivo para identificar que a mistura das cores visíveis produzia a cor branca.

##### **Etapas de confecção do Disco de Newton:**

- 1º) Com o compasso, faça um círculo. O tamanho aqui não é importante, porém, se o disco for muito grande, o efeito da composição da luz branca será menos visível;
- 2º) Com a régua e o lápis, faça divisões triangulares no círculo, todas com o mesmo tamanho, como uma pizza;
- 3º) Pinte os triângulos e certifique-se de todo o espaço estar totalmente colorido e sem falhas;

4º) Prenda o disco em um aparelho de ventilador ou cole em um CD ou DVD e prenda a um barbante.

Agora é só garantir a rotação do disco. Quanto mais rápido o disco girar, maior será o efeito da composição da luz branca sobre os nossos olhos.

### Explicação teórica

A velocidade de propagação da luz no ar atmosférico e no vácuo é praticamente igual: cerca de  $3 \cdot 10^8$  m/s. Isso significa que ela viaja cerca de 300 milhões de metros a cada segundo. Na prática, isso significa que, qualquer que seja a distância dos objetos ao nosso redor, o tempo necessário para a luz chegar até a nossa retina não seria maior que  $10^{-8}$  s, um tempo realmente muito pequeno.

No entanto, o processo da visão é mais do que simplesmente a luz chegar até os nossos olhos. Um processo bioquímico bastante complexo é iniciado quando a luz incide sobre a retina e ilumina as células fotorreceptoras da visão: os **cones** e os **bastonetes**. Essas células contêm um pigmento chamado opsina, e essa molécula sofre uma mudança estrutural muito veloz quando atingida pelos fótons. O tempo dessa mudança é de alguns poucos picossegundos ( $10^{-12}$  s). Em seguida, um impulso elétrico é produzido e propaga-se pelo sistema nervoso até o cérebro, onde a informação luminosa é reconhecida e convertida em imagem. Esse processo, por sua vez, é muito mais lento e pode levar até um décimo de segundo ( $10^{-1}$ s). Esse tempo, chamado de tempo de persistência retiniana ou tempo de persistência da visão, é também o tempo que um estímulo visual leva para sair da nossa retina.

Em decorrência desse fenômeno, existe uma velocidade mínima que o disco precisa mover-se para que possamos enxergar a cor branca. Essa mesma exigência ocorre quando assistimos a um filme no cinema. Existe uma taxa mínima de quadros por segundo (cerca de 24 quadros por segundo) necessária para termos a ilusão do movimento contínuo.

Outra explicação interessante fica por conta da observação do disco: ele não ficará perfeitamente branco, mas sim um branco um pouco acinzentado. Isso acontece porque a composição das cores no disco de Newton envolve cores-pigmento, produzidas com tinta. Nesse caso, há a absorção da luz incidente sobre o disco de forma diferente para cada região pintada, e o resultado é um pouco escuro. Esse processo é chamado de **síntese subtrativa**.

Para uma observação mais precisa da composição do espectro eletromagnético, é interessante fazer o experimento usando lâmpadas LED com as cores primárias. Nesse caso, estaríamos misturando cores-luz, promovendo a **síntese aditiva**, que forma a cor branca mais clara possível.

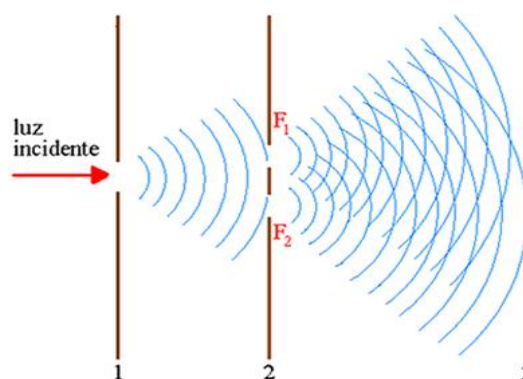
## ANEXO H

**ATIVIDADE EXPERIMENTAL 5:****Experimento da dupla fenda****Materiais necessário:**

- Laser vermelho ou verde;
- Pente bem fino;
- Caixa de papelão;
- Cartolina;
- Tesoura e estilete;
- Papel alumínio;
- Fita adesiva e ou isolante;

A experiência de Young provou que a luz era uma onda, porque os fenômenos da difração e da interferência, por ele descobertos, eram características exclusivamente ondulatórias.

A experiência das duas fendas consiste em deixar que a luz visível se difracte através de duas fendas. Foi Thomas Young quem realizou o experimento da dupla fenda.



**Figura 40:** Espectro de interferência no anteparo 3

**Fonte:**

<https://s1.static.brasilecola.uol.com.br/be/conteudo/images/67c1beddd7b14a07592a6a3f5abc3d20.jpg>

Esquema mostrando como Young obteve o espectro de interferência no anteparo 3.

Ao contrário do que esperava, ao invés de observar o surgimento de apenas 2 linhas brilhantes, Young observou uma série de linhas brilhantes, com intensidades variáveis, resultado que era condizente com o comportamento ondulatório da luz e com o fenômeno da interferência de ondas, como podemos observar na **Figura 40**:

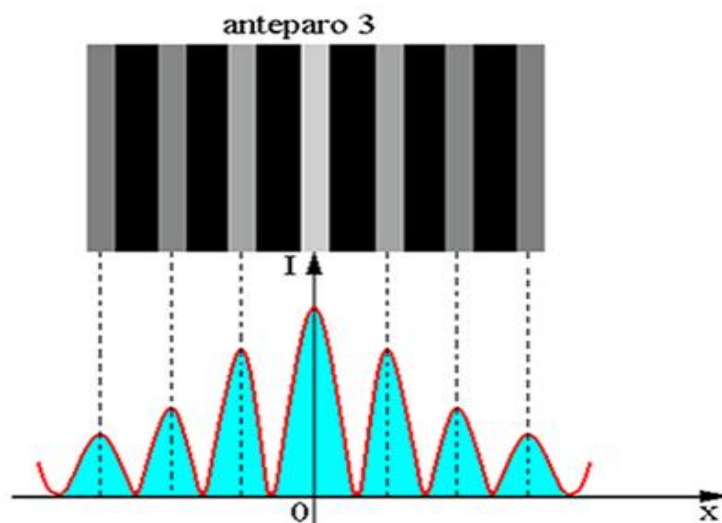


Thomas Young, em 1802, realizou um importante experimento para a teoria ondulatória, no qual foram usados três anteparos. No primeiro, havia um pequeno orifício em que ocorria a primeira difração da luz proveniente de uma fonte monocromática.

O orifício único no primeiro anteparo fazia a luz atingir os orifícios do segundo anteparo em fase, transformando-os em “fontes” coerentes, já que pertenciam a uma mesma fonte original de onda. No segundo anteparo havia dois orifícios colocados lado a lado, nos quais aconteciam novas difrações com a luz já difratada no primeiro orifício.

No último anteparo eram projetadas as manchas de interferência e podiam ser observados máximos (regiões mais bem iluminadas) e mínimos (regiões mal iluminadas) de intensidade (figura acima). Quando os orifícios eram substituídos por estreitas fendas, essas manchas tornavam-se franjas de interferência, que eram mais bem visualizadas.

Esse experimento permitiu que Young entendesse melhor a difração e a interferência, interpretando a simetria das franjas e a variação da intensidade da luz nelas obtida como pode ser observado na **figura 41**.



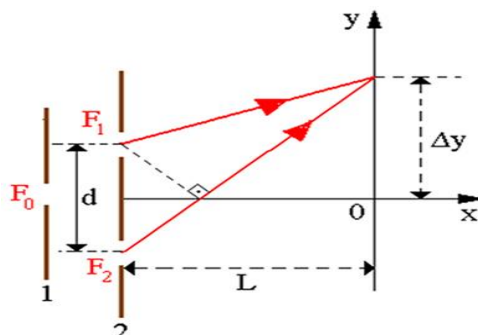
**Figura 41:** Simetria das franjas e variação da intensidade da luz

**Fonte:** <https://s1.static.brasilecola.uol.com.br/be/conteudo/images/franjas-de-maximos-e-minimos.jpg>

- As franjas claras correspondem a regiões de interferência construtiva.
- As franjas escuras correspondem a regiões de interferência destrutiva.

Para a figura de interferência obtida com a luz de uma dada cor (acompanhe pela figura abaixo), pode-se demonstrar que a separação  $\Delta y$  de duas linhas nodais (ou ventrais) adjacentes está relacionada ao comprimento de onda,  $\lambda$ , por meio da equação:

$$\Delta y = \frac{\lambda \cdot L}{d} \Rightarrow \lambda = \frac{\Delta y \cdot d}{L}$$



Para construção do experimento é muito simples:

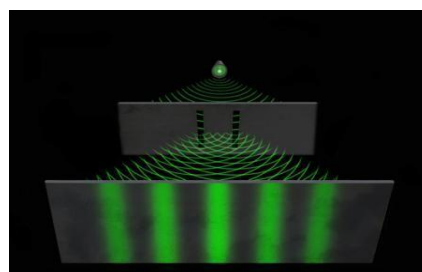
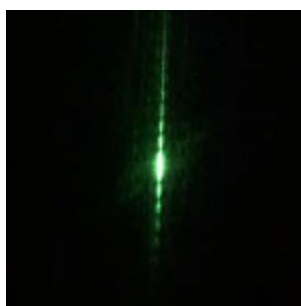
É necessário apenas um ponteiro laser e um pedaço de papel cartão ou um pente muito fino e fita isolante.

Pegue o papel cartão, e com um estilete simples, faça uma fenda dupla (colocando 1 mm de espaço entre fendas), ou pode utilizar-se também um pente muito fino e fita isolante.

Ao apontar o laser para parede, apare apenas um ponto luminoso como na imagem abaixo:



Mas ao apontar o laser sobre as duas fendas, observa-se que a luz é mais forte em alguns pontos e nula em outros – parece uma linha tracejada.



A explicação de Young foi que a luz se comporta como uma onda passando pelas fendas, e gerando o padrão de reforçar ou anular as amplitudes.

Vide: [https://en.wikipedia.org/wiki/Double-slit\\_experiment](https://en.wikipedia.org/wiki/Double-slit_experiment).

## ANEXO "I" – Resposta do questionário 2 aluno "Y"



UESB  
UNIVERSIDADE ESTADUAL  
DE SÃO BRÁS



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



COLÉGIO ESTADUAL DE PIRIPÁ

## QUESTIONÁRIO 02

- ❖ Questionário para avaliação da aprendizagem dos alunos do 2º ano do Colégio Estadual de Piripá e da sequência didática (UEPS) aplicada sobre o conceito de luz a partir de fenômenos ondulatórios no ensino de óptica.

Este questionário é formado por três etapas: Parte I – Dados de identificação; Parte II – Avaliação dos conhecimentos adquiridos após aplicação da UEPS, com vistas a analisar a evolução das respostas dadas com a primeira avaliação dos conhecimentos prévios; Parte III – Avaliação da sequência didática pelos alunos sobre as estratégias pedagógicas utilizadas na aplicação da UEPS.

## PARTE I – Dados de Identificação:

Escola: Colégio Estadual de Piripá Série: 2º Turma/turno: AM  
Nome completo: \_\_\_\_\_  
Data de nascimento: 05/10/2005 idade: 16 anos Sexo: Feminino

## PARTE II – Avaliação dos conhecimentos adquiridos após aplicação da UEPS:

1º) O que é luz?

Ela é uma onda eletromagnética, que possui frequências e intensidade. A luz é muito importante para a vida na Terra, pois sem ela não conseguiríamos ver as cores.

2º) Cite duas fontes de luz primária e duas fontes de luz secundária.

O Sol e a fogo são primárias. A lua e uma planta, por exemplo, não tem luz própria, então são secundárias.

3º) A óptica é dividida em duas partes: Óptica Física, que estuda os fenômenos da natureza da luz, e Óptica Geométrica, que estuda a propagação e o comportamento da luz. Você saberia explicar:

a) O que é uma onda?

As ondas são oscilações de alguma grandeza física no espaço e frequente no tempo.

b) O que é uma partícula?

As partículas são fragmentos bem pequenos de matéria que tem as propriedades químicas de um ou alguma coisa, onde há a propagação da luz.

4º) Explique como ocorre a formação do arco-íris.

Os raios solares refletem nas gotículas de água, assim essa reflexão mostra as cores que há em um arco-íris.

5º) Por que enxergamos o céu azul durante o dia e avermelhado ao entardecer?

A luz branca, consome as outras cores e reflete a cor azul, pois nesse caso ela é a mais forte. Ao passar do dia a luz vai diminuindo e a cor refletida é um tom mais avermelhado.

6°) A capacidade de uma onda contornar obstáculos ou atravessar fendas, atingindo regiões impossíveis para a propagação retilínea chama se:

- a) deflexão.
- b) difração.
- c) difusão.
- d) refração.

7°) Rotineiramente, observa-se que a luz solar, quando refletida pela face gravada de um CD (*Compact Disc*), exibe as cores correspondentes ao espectro da referida luz. Tal fenômeno ocorre porque, nesse caso, o CD funciona como:

- a) rede de difração
- b) placa polarizada
- c) prisma refrator
- d) lente refletora

8°) A dispersão da luz branca ocorre quando:

- a) a luz muda de velocidade ao passar de um meio para outro com índices de refração diferentes;
- b) a luz branca é separada em várias cores ao passar de um meio para outro com diferentes densidades;
- c) a luz branca é capaz de contornar um obstáculo;
- d) a luz branca incide sobre uma superfície e retorna ao seu meio de origem;
- e) a luz branca passa por um polarizador de ondas e passa a propagar-se em apenas uma direção.

9°) Enumere a segunda coluna de acordo com a primeira.

- ( 1 ) Reflexão
- ( 2 ) Refração
- ( 3 ) Difração
- ( 4 ) Dispersão
- ( 5 ) Interferência

( 5 ) Fenômeno que representa a superposição de duas ou mais ondas num mesmo ponto. Esta superposição pode ter um caráter de aniquilação, quando as fases não são as mesmas ou pode ter um caráter de reforço quando as fases combinam.

( 1 ) Fenômeno óptico em que um feixe de luz, ao incidir sobre uma superfície, retorna ao seu meio de origem. Graças a esse fenômeno conseguimos enxergar os objetos ao nosso redor, pois a luz incide sobre os corpos, que, por sua vez, refletem-na, fazendo com que os raios de luz cheguem aos nossos olhos, possibilitando, assim, a nossa visão.

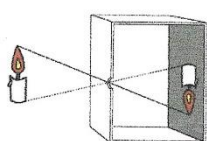
( 3 ) Fenômeno que acontece quando uma onda encontra um obstáculo. Esse fenômeno é descrito como uma aparente flexão das ondas em volta de pequenos obstáculos e também como o espalhamento, ou alargamento, das ondas após atravessar orifícios ou fendas.

( 2 ) Fenômeno que consiste na mudança de velocidade de propagação da onda eletromagnética quando essa atravessa meios ópticos diferentes. O comprimento de onda da luz muda enquanto a frequência permanece constante.

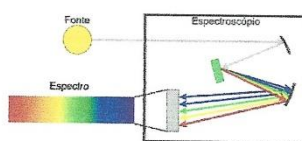
Esse fenômeno pode ou não ser acompanhada de uma mudança na direção da propagação da luz.

(4) Fenômeno óptico em que a luz é separada em suas diferentes cores quando refratada através de algum meio transparente, a exemplo do arco-íris, do prisma e da lente fotográfica. A dispersão ocorre quando a velocidade de propagação da luz no interior de algum meio depende da frequência da onda eletromagnética.

10º) Relacione a coluna abaixo com a imagem do fenômeno óptico correspondente.



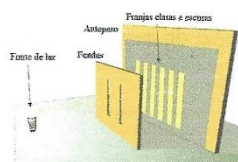
(1)



(2)



(3)



(4)



(5)

- (2) Dispersão da luz branca em seus diferentes comprimentos de onda.  
 (4) Difração e interferência da luz, demonstração de que a luz e a matéria podem exibir características tanto de ondas quanto de partículas.  
 (5) Refração - a luz muda sua direção de propagação ao mudar de um meio para outro, como por exemplo, água e ar, ar e vidro etc.  
 (3) Composição de cores para formação da luz branca.  
 (1) Propagação retilínea da luz.

**PARTE III – Avaliação da sequência didática pelos alunos sobre as estratégias pedagógicas utilizadas na aplicação da UEPS:**

1º) Física é uma ciência voltada ao estudo dos fenômenos naturais, baseando-se em teorias e por meio da observação e experimentação. Você gosta da forma como a disciplina de Física é trabalhada na escola?

(x) Sim ( ) Não

Justifique sua resposta:

Principalmente nessa unidade, foi um modo modelo de ensino e eu gostei bastante.

2º) A sequência didática aplicada pelo professor contribuiu para melhorar a aprendizagem do que o modelo tradicional de ensino? (aulas expositivas com uso apenas do livro didático e resolução de exercícios)

Sim ( ) Não

Justifique sua resposta:

O professor trabalha e explica o assunto de forma dinâmica e que ajuda os alunos a entender e aprender melhor os assuntos estudados.

3º) Você gostou da forma de como o conteúdo "conceito de luz a partir dos fenômenos ondulatórios no ensino de óptica" foi trabalhado pelo professor?

Sim ( ) Não

Justifique sua resposta:

Apesar de ter dificuldade em alguns aspectos, eu me interessei bastante em buscar mais sobre esse tema.

4º) A metodologia utilizada pelo professor conseguiu despertar a sua atenção em relação aos conteúdos abordados?

Sim ( ) Não

Justifique sua resposta:

A forma como o professor abordou os assuntos em sala de aula foi muito importante, uma forma mais e dinâmica de aplicar e ensinar os fenômenos.

5º) Você já tinha observado na natureza esses fenômenos relacionados ao comportamento da luz no seu dia a dia?

Sim ( ) Não

Justifique sua resposta:

O arco-íris, as reflexões, as cores, as refrações, etc.

6º) Entre os recursos utilizados pelo professor, quais os que mais contribuíram de forma significativa para sua aprendizagem?

- Discussões de situações-problemas;
- Simulação computacional;
- Vídeos;
- Textos
- Experimentos;
- Slides.
- Mapas conceituais
- Jogos

Justifique sua resposta:

Com os experimentos nós entendemos melhor como funciona na prática os tópicos abordados.

7º) Você teve acesso a internet e aos materiais fornecidos no Classroom?

Sim ( ) Não

Justifique a sua resposta:

Possuo internet e tenho acesso ao Classroom.

8º) Os materiais de estudo (texto, vídeos, links sobre o tema proposto) fornecidos no Classroom e em sala de aula ajudaram em sua aprendizagem?

Sim ( ) Não

Justifique a sua resposta:

Todas as formas de material auxiliou bastante na minha aprendizagem.

9º) Vocês gostaram da interação com o professor via Whatsapp e Google Meet?

Sim ( ) Não

Justifique a sua resposta:

Muito importante ele manter contato mesmo fora de aula.

10º) Você considera importante conhecer os fenômenos relacionados ao comportamento da luz?

Sim ( ) Não

Justifique a sua resposta:

É algo que nos cerca e não poderia vida sem eles.

11º) O que você mais gostou das atividades desenvolvidas na aplicação da sequência didática?

- Organização pedagógica das aulas
- A metodologia utilizada pelo professor na mediação das atividades
- Realização de experimentos em sala de aula
- Utilização de simuladores digitais, apresentação de slides, vídeos e textos
- Realização de atividades individuais
- Realização de atividades em grupo

12º) Você julga importante o estudo da Física no Ensino Médio?

Justifique sua resposta.

Sim, acho de extrema importância, principalmente no Ensino Médio, pois os vestibulares cobram bastante os temas.

13º) Nas aulas de Física quais as maiores dificuldades que você encontra?

Quando envolve matemática.

14º) Na atividade desenvolvida, quais foram, na sua opinião, os pontos positivos e negativos?

Pontos Positivos: A forma de abordar os temas, foi de extrema importância nessa atividade e em sala de aula, com os exemplos, jogos, mapas conceituais que auxiliam bastante no entendimento.

15º) Em sua opinião, o que poderia ser feito pelo professor para que as aulas fossem mais motivadoras. Deixe sua sugestão e aproveite o espaço para críticas, se for preciso.

Jogos, pois desperta o lado competitivo de alguns, o que automaticamente faz com que eles busquem mais sobre o assunto para vencer. Assim aprendemos de forma divertida.

Obrigado pela sua participação!

14) continuação:

Pontos Negativos: Em minha opinião, não há, achei essa atividade bem dinâmica.



## ANEXO J<sup>2</sup>

### Como construir um mapa conceitual

- 1. Identifique os conceitos-chave** do conteúdo que vai mapear e ponha-os em uma lista. Limite entre 6 e 10 o número de conceitos.
- Ordene os conceitos, colocando o(s) mais geral(is), mais inclusivo(s), no topo do mapa e, gradualmente, vá agregando os demais até completar o diagrama de acordo com o princípio da diferenciação progressiva. Algumas vezes é difícil identificar os conceitos mais gerais, mais inclusivos; nesse caso é útil analisar o contexto no qual os conceitos estão sendo considerados ou ter uma ideia da situação em que tais conceitos devem ser ordenados.
- Se o mapa se refere, por exemplo, a um parágrafo de um texto, o número de conceitos fica limitado pelo próprio parágrafo. Se o mapa incorpora também o seu conhecimento sobre o assunto, além do contido no texto, conceitos mais específicos podem ser incluídos no mapa.
- Conecte os conceitos com linhas e rotule essas linhas com uma ou mais palavras-chave que explicitem a relação entre os conceitos. Os conceitos e as palavras-chave devem sugerir uma proposição que expresse o significado da relação.
- Setas podem ser usadas quando se quer dar um sentido a uma relação. No entanto, o uso de muitas setas acaba por transformar o mapa conceitual em um diagrama de fluxo.
- Evite palavras que apenas indiquem relações triviais entre os conceitos. Busque relações horizontais e cruzadas.
- Exemplos podem ser agregados ao mapa, embaixo dos conceitos correspondentes. Em geral, os exemplos ficam na parte inferior do mapa.
- Geralmente, o primeiro intento de mapa tem simetria pobre e alguns conceitos ou grupos de conceitos acabam mal situados em relação a outros que estão mais relacionados. Nesse caso, é útil reconstruir o mapa.
- Talvez neste ponto você já comece a imaginar outras maneiras de fazer o mapa, outros modos de hierarquizar os conceitos. Lembre-se que não há um único modo de traçar um mapa conceitual. À medida que muda sua compreensão sobre as relações entre os conceitos, ou à medida que você aprende, seu mapa também muda. **Um mapa conceitual é um instrumento dinâmico, refletindo a compreensão de quem o faz no momento em que o faz.**
- Não se preocupe com “começo, meio e fim”, **o mapa conceitual é estrutural, não sequencial**. O mapa deve refletir a estrutura conceitual hierárquica do que está mapeado.
- Compartilhe seu mapa com colegas e examine os mapas deles. Pergunte o que significam as relações, questione a localização de certos conceitos, a inclusão de alguns que não lhe parecem importantes, a omissão de outros que você julga fundamentais. **O mapa conceitual é um bom instrumento para compartilhar, trocar e “negociar” significados.**

---

<sup>2</sup> Há aplicativos especialmente desenhados para a construção de mapas conceituais. O mais conhecido deles é o Cmap Tools: <http://cmap.ihmc.us>