UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

ANITA DA CONCEIÇÃO DUARTE XAVIER

INTRODUÇÃO A ÓPTICA: uso da tecnologia contribuindo para o ensino de física

Caruaru
2020

ANITA DA CONCEIÇÃO DUARTE XAVIER

INTRODUÇÃO A ÓPTICA: uso da tecnologia contribuindo para o ensino de física

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Ensino de Física.

Orientador: Prof.º Dr. João Francisco Liberato de Freitas.
Coorientadora: Prof.ª. Drª. Kátia Calligaris Rodrigues.

Caruaru

2020

Catalogação na fonte:
Bibliotecária – Paula Silva - CRB/4 - 1223

X3i Xavier, Anita da Conceição Duarte.
Introdução a óptica: uso da tecnologia contribuindo para o ensino de física. / Anita da Conceição Duarte Xavier. – 2020.
110 f.; il.: 30 cm.

Orientador: João Francisco Liberato de Freitas.
Coorientadora: Kátia Calligaris Rodrigues.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, 2020.
Inclui Referências.

1. Óptica. 2. Tecnologia. 3. Aprendizagem experimental. 4. Recursos audiovisuais. 5. Física (Ensino médio). 6. Conceitos. I. Freitas, João Francisco Liberato de (Orientador). II. Rodrigues, Kátia Calligaris. (Coorientadora). III. Título.

CDD 371.12 (23. ed.) UFPE (CAA 2020-096)

ANITA DA CONCEIÇÃO DUARTE XAVIER

INTRODUÇÃO A ÓPTICA: uso da tecnologia contribuindo para o ensino de física

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ensino de Física.

Aprovada em: 11/09/2020.

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof.º Dr. João Francisco Liberato de Freitas. (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

_____

Profª. Drª. Maria Teresa Lopes (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

_____

Profº Dr. Djalmir Nestor Messias (Examinador Externo)
Universidade Federal de Alagoas

Aos meus pais, Paulo B. Xavier e Eralda D. Xavier, por todo cuidado e carinho, dedicados desde sempre em minha vida. Em especial, às Helenas: Mª Helena, avó (in memoriam) e Alice Helena, filha fontes de encorajamento e amor.

AGRADECIMENTOS

Ao bom Deus, que tem me proporcionado o dom da vida e a força necessária para conquistar meus objetivos, por alegrar-me com esta oportunidade de estudo e evolução.

Ao meu pai, pelas ajudas e conversas nas idas e vindas ao longo do caminho, a minha amorosa mãe, pelo auxílio com minha filha e compreensão em minhas ausências.

A minha doce filha Alice Helena, cujo brilho motiva-me a lutar e sempre seguir em frente.

A minha avó Maria Helena (*in memoriam*), por deixar em mim a certeza de que eu não poderia desistir.

Especialmente ao meu orientador João Francisco Liberato de Freitas, pela atenção, compreensão, boa vontade e otimismo no decorrer deste trabalho. Seu apoio e ensinamentos foram fundamentais. Muitíssimo obrigada!

A minha coorientadora Kátia Calligaris Rodrigues, pelos conselhos e conhecimentos partilhados nesta caminhada. A professora Maria Tereza Lopes, pela compreensão e ensinamentos adquiridos.

Aos professores Ernesto Valdez e Gustavo Campelo pelas mensagens de incentivo. Suas palavras foram significativas nesta jornada.

A gestora Rosimere Fernanda de Albuquerque Silva e a equipe da EREM Auxiliadora pelo apoio e contribuição durante a aplicação deste produto educacional. Aos estudantes da segunda série do Ensino Médio, turma A pelo empenho e atenção.

À Sociedade Brasileira de Física (SBF), por idealizar o Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física (MNPEF), que possibilitou a ampliação dos meus conhecimentos.

Aos demais professores do programa de Pós-graduação do Mestrado Nacional Profissional do Ensino de Física, do polo 46, CAA – Caruaru, pelos ensinamentos, atenção, cobrança e incentivo durante o curso, contribuindo para minha evolução acadêmica. Aos colegas de turma de mestrado, pelas discursões, parcerias e, principalmente, pela amizade.

As que fazem o grupo “amigas no MNPEF” e ao amigo Cicero pela partilha na busca do conhecimento.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

O SENHOR é o meu pastor, nada me faltará. Em verdes prados ele me faz repousar. Conduz-me junto às águas refrescantes, restaura as forças de minha alma. Pelos caminhos retos ele me leva, por amor do seu nome. Ainda que eu atravesse o vale escuro, nada temerei, pois estais comigo. Vosso bordão e vosso báculo são meu amparo. Preparais para mim a mesa à vista de meus inimigos. Derramais o perfume sobre minha cabeça, e transborda minha taça. A vossa bondade e misericórdia hão de seguir-me por todos os dias da minha vida. E habitarei na casa do Senhor por longos dias. (A BÍBLIA, A.T.,Salmos 23: 1-6)

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com olhar sobre óptica usando os recursos tecnológicos: *Quiz* e *site*, a fim de iniciar os estudos sobre o tema no 2º ano do Ensino Médio, da Escola de Referência Nossa Senhora Auxiliadora. Retratou-se alguns conceitos, exemplos, princípios e experimentos referentes a fontes de luz, propagação da luz, princípios da propagação retilínea, da independência e da reversibilidade da luz, bem como as propriedade de absorção, refração, reflexão, difusão e dispersão, além do espectro da luz e as cores. Considerou-se a importância da avaliação diagnóstica para o processo de ensino aprendizagem. Tendo em vista a relevância de trabalhar com experimentos no Ensino Médio, compreende-se que: muitas vezes nem sempre é possível adquirir e manusear materiais de boa qualidade que possam fornecer aos estudantes um campo visual que contribua para com a imaginação do fenômeno físico. Com essa preocupação, foi desenvolvido um *site* para ser explorado em sala. Para isso, fez-se uso de uma pesquisa bibliográfica, vídeos e imagens disponíveis na internet, além de uma avaliação diagnóstica em forma de *Quiz* (questionário *online*) realizados pelos estudantes antes e após a sequência de aulas abordadas. Os dados foram submetidos à análise por gráficos gerados no Excel. Avançou-se nos conceitos referentes aos conteúdos abordados. Percebe-se que a integração entre a teoria contida no *site* atrelada a tecnologia e imagens áudio visuais promoveram um avanço significativo no aprendizado desses estudantes.

Palavras-chave: Óptica. Tecnologia. Experimentos. Vídeos. Conceitos físicos.

ABSTRACT

This work was developed with an eye on optics using the technological resources: Quiz and website, in order to start studies on the theme in the 2nd year of High School, from the Nossa Senhora Auxiliadora Reference School. Some concepts, examples, principles and experiments related to light sources, light propagation, principles of rectilinear propagation, independence and reversibility of light were portrayed, as well as the properties of absorption, refraction, reflection, diffusion and dispersion, besides of the light spectrum and colors. The importance of diagnostic assessment for the teaching-learning process was considered. In view of the relevance of working with experiments in high school, it is understood that: it is often not always possible to acquire and handle good quality materials that can provide students with a visual field that contributes to the imagination of the physical phenomenon. With this concern in mind, a website was developed to be explored in the classroom. For this, a bibliographic search, videos and images available on the internet were used, in addition to a diagnostic evaluation in the form of a Quiz (online questionnaire) carried out by students before and after the sequence of classes covered. The data were submitted to analysis by graphs generated in Excel. Advances have been made in the concepts related to the contents covered. It is noticed that the integration between the theory contained in the website linked to technology and audio visual images promoted a significant advance in the learning of these students.

Keywords: Optics. Technology. Experiments. Videos. Physical concepts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 − Imagem do Quiz no site e seu QR Code 21
Figura 2 − Espectro Eletromagnético 24
Figura 3 − Experimento que comprova o Princípio da Propagação Retilínea do Raio de Luz 27
Figura 4 − Parte do vídeo explicativo sobre o Princípio da Reversibilidade com link do site 28
Figura 5 − Feixe de luz que incide sobre o prisma provocando a refração 29
Figura 6 − Raio incidindo sobre a superfície da água causando a refração 30
Figura 7 − Exemplo de refringênica 32
Figura 8 − Raio com a mesma o orientação da normal não sofre desvio Independente dos materiais 33
Figura 9 − Índice de refração e inclinação 33
Figura 10 − Menor índice de refração maior afastamento da normal 34
Figura 11 − Imagem interna do vídeo de um dos caleidoscópios presentes no Produto Educacional e QRCode do mesmo 35
Figura 12 − Reflexão e refração da luz passando da água para o vidro 36
Figura 13 − Parte do vídeo com experimento de um feixe de luz apresentando a variação da velocidade da luz devido a mistura (água + açúcar) do meio de separação com o ar 36
Figura 14 − Barra transparente (índice de refração) 37
Figura 15 − Imagem do vídeo mostra um dos efeitos da fibra óptica 38
Figura 16 − Reflexão difusa da luz na água do lago 39
Figura 17 − Absorção e reflexão da luz contribuindo para formação das cores.....40
Figura 18 − Dispersão das cores no prisma 42
Figura 19 − Vídeo de um experimento formando um espectro 42

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 − 1ª questão do *Quiz* inicial 52
Gráfico 2 − Resultado da 1ª questão do Quiz final. 52
Gráfico 3 − 2ª questão do *Quiz* inicial 53
Gráfico 4 − Resultado da 2ª questão do *Quiz* final. 53
Gráfico 5 − 3ª questão do *Quiz* inicial 54
Gráfico 6 − Resultado da 3ª questão do *Quiz* final. 55
Gráfico 7 − 4ª questão do *Quiz* inicial 55
Gráfico 8 − Resultado da 4ª questão do *Quiz* final. 56
Gráfico 9 − 5ª questão do *Quiz* incial 56
Gráfico 10 − Resultado da 5ª questão do *Quiz* inicial. 57
Gráfico 11 − 6ª questão do *Quiz* inicial. 58
Gráfico 12 − Resultado da 6ª questão *Quiz* final 58
Gráfico 13 − 7ª questão do *Quiz* inicial 59
Gráfico 14 − Resultado da 7ª questão *Quiz* final 60
Gráfico 15 − 8ª questão *Quiz* inicial 60
Gráfico 16 − Resultado da 8ª questão do *Quiz* final. 61
Gráfico 17 − 9ª questão do *Quiz* inicial 62
Gráfico 18 − Resultado da 9ª questão do *Quiz* final. 62
Gráfico 19 − 10ª questão do *Quiz* inicial. 63
Gráfico 20 − Resultado da 10ª questão do *Quiz* final 64

LISTA DE TABELA

Tabela 1 − Índice de refração de alguns materiais.....31
Tabela 2 − Resumo dos Encontros 45
Tabela 3 − Resultado do *quiz* inicial.....51
Tabela 4 − Resultado do *quiz* final 51

LISTA DE SIGLAS

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior;
EF	Ensino de Física;
IES	Instituições de Ensino Superior;
MNEPF	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física;
SBF	Sociedade Brasileira de Física;
TICs	Tecnologias de Informação e Comunicação;
TIDICs	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação;

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14

2 REFERENCIAL TEÓRICO 16

2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA 16

2.2 *SITE* COMO RECURSO TECNOLÓGICO 19

3. ÓPTICA 23

3.1 NATUREZA DA LUZ 23

3.2 PRINCÍPIO DA ÓPTICA GEOMÉTRICA 27

3.3 FENÔMENOS RELACIONADOS A PROPAGAÇÃO DA LUZ 28

3.3.1 Refração 28

3.3.2 Reflexão 34

3.3.3 Reflexão difusa 38

3.3.4 Absorção 40

3.3.5 Dispersão 41

4 METODOLOGIA 44

5 RESULTADOS E ANÁLISE 51

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 65

REFERÊNCIAS 68

APÊNDICE A – QUIZ 70

APÊNDICA B– INFÓGRAFO COM FERRAMENTAS DE ESTRUTURAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL 73

APÊNDICE C– PRODUTO EDUCACIONAL 74

1 INTRODUÇÃO

Para o ensino de física, o desenvolvimento de habilidades e competências, proporcionam flexibilidade e ampliação do conhecimento. Desse modo, as atividades experimentais apresentam um destaque relevante, pois possibilita encantamento, motivação e dinâmica durante as aulas. Além de propiciar ao estudante uma melhor compreensão sobre os conceitos físicos interligando a teoria e a prática.

Principalmente, em aulas de física, em que a aplicação de fórmulas é uma constante. Faz-se preciso uma ruptura com as práticas de ensino tradicionais que limitam o aprendizado, sendo fundamental para que ocorra uma boa aprendizagem que o professor não tenha medo de arriscar, superar obstáculos que favoreçam o crescimento do saber gerando no estudante um pensamento reflexivo e crítico.

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) têm se apoiado na procura de conhecimentos técnicos e pedagógicos com o intuito de intensificar de forma mais apropriada o uso da tecnologia em sala de aula. A influência de uma formação adequada a esse meio, contribui para que seu uso seja cada vez mais atrativo e dinâmico, sendo importante ao professor apresentar uma maior sensibilização para sua prática. Segundo Kenski (2012), tecnologia não se trata apenas de um equipamento em si, mas um processo integrado de conhecimentos e princípios científicos que se aplicam ao planejamento, à construção e à utilização de dispositivos para a realização de uma atividade.

Porém, a utilização da tecnologia, não garante o sucesso do aprendizado e ainda são muitas as dificuldades que cercam sua realização. O produto educacional atrelado a este trabalho busca integrar por meio de vídeos, com enfoque experimental e abordagem qualitativa e quantitativa, o estudo de óptica para o ensino de física no ensino médio.

Tem-se percebido que *Quizzes* (jogos de perguntas) aparecem constantemente nas Redes Sociais e apresentam os mais diversos temas, contudo, não foi visto durante esta pesquisa nenhuma abordagem que agregasse a eles conteúdos de física.

Desta forma, fomos instigados com os seguintes questionamentos: Será viável tornar o *Quiz* um recurso que contribua para o processo avaliativo promovendo um diagnóstico para aulas de física? Com a utilização de um *site* com vídeos experimentais de óptica é possível obter um aprendizado significativo?

Como resposta a esses questionamentos surgiu o presente trabalho, que apresenta a aplicação de um *site* desenvolvido sobre introdução a óptica. Com esse enfoque busca-se

conquistar e entusiasmar os estudantes além de promover a utilização de uma ferramenta acessível e de fácil emprego.

A elaboração do *site* contendo vídeos experimentais, com conteúdo de óptica, nos parece interessante para a realidade das escolas em que há ausência de laboratórios de física. Nesta proposta, não temos a intenção de substituir a atividade laboratorial, mas propiciar uma alternativa viável para trazer a atividade experimental para a sala de aula, de forma a promover a dinâmica de ensino de física e tentando tornar o aprendizado mais interessante.

Utilizamos recursos acessíveis e de fácil manuseio, criando um *site* desenvolvido na plataforma gratuita *wix.com* que possibilitou integrar conteúdos conceitual e experimental. O objetivo principal de nosso trabalho é apresentar o desenvolvimento do *site* e do *quiz* como ferramenta didática para o Ensino de Óptica.

De acordo com David Ausubel (AUSUBEL, 1982), a potencialidade significativa do material é uma importante condição para que o aluno produza a aprendizagem significativa. Neste trabalho, o processo de aprendizagem apresenta-se como sendo resultado da interação e da organização do material instrucional na estrutura cognitiva do indivíduo, ou seja, trata-se de um produto educacional caracterizado como significativo cognitivista.

Assim, no capítulo 2 destacamos a importância da busca pela melhoria da aprendizagem, articulando a teoria à prática. Há também uma abordagem sobre o uso das tecnologias empregadas na construção deste produto educacional.

O capítulo 3 concentra-se nos conteúdos tratados no *site* sobre óptica: fontes de luz, propagação da luz, os princípios da propagação retilínea, da independência e da reversibilidade da luz, bem como as propriedade de absorção, refração, reflexão, difusão e dispersão, por fim o espectro da luz e as cores com recursos áudio visual.

A próxima etapa deste trabalho exposta no capítulo 4, diz respeito à metodologia da pesquisa, ou seja, os procedimentos necessários para execução das tarefas pertinentes a esta proposta. Na metodologia é abordada a aplicação do Produto Educacional realizada durante as aulas e aplicação do *Quiz* disponível no material desenvolvido.

No capítulo 5 trabalhamos com a apresentação dos resultados e das categorizações das respostas obtidas pelo questionário *online* exposto no *site* e desenvolvido na plataforma "*Quiz* para *facebook*", analisado por meio de gráficos gerados no *Excel*, e as perspectivas futuras.

E por fim, as Considerações Finais do trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Um dos fatores cruciais na busca de alternativas para melhorar o processo do ensino e da aprendizagem na sala de aula relaciona-se às interligações entre o conhecimento e a prática, são capazes de causar uma reflexão e desenvolvimento do conhecimento prévio em um olhar mais amplo e contextualizado. De acordo com a teoria da aprendizagem significativa, David Ausubel (1982) considera que o principal fator influenciador da aprendizagem de algo é a quantidade, clareza e organização do que já é conhecido pelo estudante. Sendo assim, a aprendizagem significativa trata de um processo no qual novas ideias e informações podem ser aprendidas ou retiradas, na medida em que conceitos relevantes são incluídos. Tornando-se adequadamente claros e disponíveis na estrutura do indivíduo, servindo de ancoradouro a novas ideias e conceitos que ficam à disposição do estudante a qualquer momento e são chamados de subsunçores ou subsumidores que formam a estrutura cognitiva do indivíduo.

Portanto, esse processo de "ancoragem" da nova informação resulta em crescimento e modificação do conceito subsunçor. Isso significa, que os subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes e bem desenvolvidos, ou limitados e pouco desenvolvidos, dependendo da frequência com que ocorre a aprendizagem significativa em conjunção com um dado subsunçor.

Outro aspecto interessante, em relação a teoria da Aprendizagem Significativa, é a natureza do material a ser ensinado. Pois, o mesmo deve se relacionar com a estrutura cognitiva do estudante de modo que o significado de um conceito não se altere caso as palavras utilizadas para defini-lo mudem, ou seja, o material deve ser potencialmente significativo (AUSUBEL; ROBINSON,1969) sendo necessário relevância, sentido e significado no que está aprendendo.

Um exemplo de material que tenha como objetivo proporcionar a aprendizagem significativa é a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa que foi produzida nesta dissertação. Constituída por uma sequência didática que propõe proporcionar indícios para uma aprendizagem significativa sobre a óptica.

Para Moreira (2016, p.87) a interação cognitiva depende também da intencionalidade, da predisposição, do aprendiz, isto é, de querer acionar um conhecimento prévio para dar significado a um novo conhecimento.

O maior objetivo do ensino é que a aprendizagem aconteça. Este trabalho circula em torno da aprendizagem significativa, compreende-la pode funcionar como instrumento de

análise para o professor avaliar sua prática em sala de aula por meio dos conhecimentos construídos pelos estudantes. A aplicação do *Quiz* em sala de aula fornece de modo prático respostas ao professor e ao aluno questionamentos relacionados ao conteúdo abordado de uma forma mais descontraída. O objetivo principal é causar no estudante um momento de reflexão sobre o que foi visto contribuindo para o processo avaliativo sobre o material aplicado.

De acordo com Moreira (2016, p. 65), quando a assimilação acontece o indivíduo impõe-se ao meio, pois "incorpora a realidade a seus esquemas de ação" construídos internamente. Desse modo, todo estudante possui um repertório de esquemas de assimilação que são esquemas de ação e quanto mais eles acontecem mais se desenvolve cognitivamente e melhor reage ao se deparar com situações problemas, que originam novos esquemas e assim por diante.

> Por exemplo, para resolver problemas que envolvam conservação de energia o aluno deve construir um esquema de assimilação para situações desse tipo. Inicialmente, esse esquema de assimilação envolve apenas energia cinética e potencial. Depois vai incorporando outras formas de energia e operações cada vez mais sofisticadas. (MOREIRA, 2016, p. 68)

Portanto, o desenvolvimento de atividades com habilidades cognitivas que se apresentem num nível elevado, devem estar apoiadas em outras tarefas de nível gradativamente menor. Ao professor cabe realizar tarefas de acordo com o grau de dificuldade dos seus alunos.

> Então, ensinar de uma maneira honesta implica respeitar o modo de representação do aluno e organizar o ensino adaptando o conteúdo, as estratégias de ensino, os materiais didáticos, ao modo de representação predominante no alunado. (MOREIRA, 2016, p. 70)

É importante considerar que os conflitos cognitivos existem e são transformados em aprendizagem na medida em que o estudante constrói seus novos esquemas de assimilação ou acomodação. Consequentemente o professor assume uma busca constante pela reconstrução do pensamento a fim de que o aluno alcance o equilíbrio cognitivo necessário para sua aprendizagem. Os conteúdos devem ser vistos de maneira progressiva, permitindo ao estudante voltar a esses tópicos em crescentes níveis de complexidade e o ensino deve auxiliar no despertar e predisposição para aprendizagem.

Durante os diálogos em sala, ocasionados principalmente pelos experimentos expostos nos vídeos há um enfoque cognitivo, humanista e construtivista por meio interação professor, aluno e conhecimento.

Pedagogicamente buscou-se valorizar a socialização do conhecimento, considerando o aluno como ser participativo do processo de ensino aprendizagem. O professor aqui assume um papel de mediador, que promove o diálogo por meio do resgate do saber.

Moreira (2016, p.91) destaca que para a teoria ausubeliana "Não faz sentido *começar a ensinar* sem fazer um levantamento, por menor que seja, do conhecimento prévio dos alunos, sem saber *onde estão os alunos*. Um grande erro didático, mas muito comum."

Os alunos desde as séries iniciais do Ensino Fundamental são apresentados a noções sobre a importância da luz de modo geral destina-se ao Ensino médio destina-se as informação relacionada ao estudo de óptica, logo o *quiz* adquire um papel diagnóstico sobre os conceitos iniciais que os estudantes possuem sobre o tema.

A criação de novas organizações de ensino cujos sistemas caracterizam-se pela articulação e intercomunicação tem adquirido cada vez mais espaço na educação escolar em concomitância com as TIDCs (Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação) e os chamados, *cyberspaces*, que têm contribuído para a comunicação pedagógica. A "cibercultura especifica aqui o conjunto de técnicas (materiais e intelectuais), de práticas, de atitudes, de modos de pensamento e de valores que se desenvolvem juntamente com o crescimento do ciberespaço" (LÉVY, 2010. p. 17).

A tecnologia da informação e comunicação está presente no desenvolvimento deste Produto Educacional na contribuição para o processo de ensino aprendizagem de física. Este trabalho faz uso de uma tecnologia acessível para todos e que pode despertar a atenção e o entusiasmo na busca da compreensão dos conteúdos, colaborando para um melhor ensino de Física.

2.2 *SITE* COMO RECURSO TECNOLÓGICO

A sociedade, de modo geral, tem evoluído sua compreensão acerca da importância das relações do homem com o planeta no que tange à construção de novos conhecimentos através de seus fenômenos.

A curiosidade humana caminha para novas descobertas que refletem naturalmente as transformações do cotidiano, isto é, o ser humano possui uma curiosidade natural que propicia experiência repercutindo em mudanças no seu meio. É nesse sentido que também acontecem avanços e reflexões no ensino. Para Moraes (2008, p. 201), não existe uma verdade completa e inacabável, "o mundo é visto em permanente construção, desconstrução e reconstrução de criação e recriação permanente no que se refere ao conhecimento e à aprendizagem".

A cultura digital é rodeada de dispositivos tecnológicos que são capazes de conectar os indivíduos em diferentes espaços e proporcionar acesso rápido à informação. Kenski (2013, p. 27) considera que:

> As tecnologias digitais introduzem uma nova dinâmica na compreensão das relações com o tempo e o espaço. A velocidade das alterações, que ocorrem em todas as instâncias do conhecimento e que se apresentam com o permanente oferecimento de inovações, desequilibra a previsibilidade do tempo do relógio e da produção em série.

Apoiando-se na busca de conhecimentos técnicos e pedagógicos, as TICs procuram intensificar um melhor uso da tecnologia em sala de aula. Compreende-se a importância de renovar a apresentação dos conteúdos de física empregando artefatos tecnológicos de forma adequada. Pois, para que a aprendizagem tenha significado, é crucial que o material manuseado funcione como uma ponte entre o conteúdo, o estudante e o professor. O que realmente importa neste produto educacional é que as aulas realizadas com ele proporcionem ao aluno a possibilidade de ampliar sua compreensão sobre o estudo de óptica, instigando a curiosidade e ampliando seu raciocínio.

Segundo Kenski (2012), tecnologia não se trata apenas de um equipamento em si, mas de um processo integrado de conhecimentos e princípios científicos que se aplicam ao planejamento, à construção e à utilização de dispositivos para a realização de uma atividade.

No momento em que utilizamos recursos gráficos, textos, imagens, sejam elas estáticas ou não, estamos lidando com uma tecnologia que, por sua vez, veio sendo aprimorada com o passar dos anos. Há um tempo os aportes tecnológicos "do momento" eram o quadro negro, o giz, os livros, o mimeógrafo, etc. Hoje, eles mostram para a geração atual as marcas iniciais dos avanços e mudanças que a escola tem vivenciado, com a adequação de materiais didáticos que

foram sendo aprimorados e criados com o passar do tempo. Fica, portanto, nítido, que os artefatos produzidos ao longo do tempo são desenvolvidos para um determinado objetivo.

> […] As tecnologias estão tão próximas e presentes que nem percebemos mais que não são coisas naturais. Tecnologias que resultaram, por exemplo, em lápis, cadernos, canetas, lousas, giz e muitos outros produtos, equipamentos e processos que foram planejados e construídos para que possamos ler, escrever, ensinar e aprender. (KENSKI, 2012. P. 24)

Para Morin (2004), as TDICs são capazes de gerar novos formatos para velhas concepções de ensino e aprendizagem, tornando-se importante para a educação. A partir daí, é necessário criar experiências inovadoras e problematizações que auxiliem na construção do conhecimento do estudante promovendo mudanças de estratégias didáticas.

Os vídeos escolhidos neste trabalho, por exemplo, tendem a atrair a atenção dos alunos e aproximar a teoria científica em formas visíveis, ajudando no entendimento dos fenômenos físicos, pois, a maioria deles exigem imaginação e resgate de memórias. Muitos alunos alegam que a física é uma disciplina difícil, que não compreendem determinadas definições ou teorias científicas, não conseguem realizar a ponte teoria/realidade, ou seja, levar o conteúdo para fora da sala de aula e aplicar seu entendimento no dia a dia.

Contudo, não é apenas o uso da tecnologia que garante um bom aproveitamento pedagógico. Nóvoa (2011) enfatiza que:

> As tecnologias são muito importantes e têm contribuído para algumas mudanças no ensino e na aprendizagem. Mas elas, por si só, não alterarão o nosso modelo de escola. Se perdermos o sentido humano da educação, perdemos tudo. Só um ser humano consegue educar outro ser humano. Por isso tenho insistido na importância das dimensões pessoais no exercício da profissão docente. Precisamos de professores interessantes e interessados. Precisamos de inspiradores, e não de repetidores.

A trajetória metodológica abordada mais adiante traz uma sequência de aulas, em que cada tema exposto no *site* contém um determinado objetivo com um seguimento que busca um desenvolvimento gradual do conteúdo. Logo, podemos afirmar que o uso das TICs tem forte influência no desenvolvimento desta ação pedagógica.

Neste estudo, o questionário diagnóstico utilizado sobre óptica encontra-se disponível no *site*, cooperando para uma análise avaliativa das aulas ministradas. Exposto em formato de *Quiz online* é diferente do que ocorre na maioria das vezes nas redes sociais, onde essa ferramenta de indagações tem sido utilizada como forma de instigar a curiosidade de seus usuários, referindo-se a vários assuntos, em grande parte irrelevantes ao ambiente pedagógico.

Este *Quiz* foi, portanto, elaborado para ajudar o professor a verificar os conteúdos aprendidos em sala. Na figura 1, temos uma imagem inicial do *Quiz* e ao lado seu *QRCode*[1].

Figura 1 - Imagem do *Quiz* no site e seu *QR Code.*

Fonte: Autor (2020)

O *Quiz* é uma ponte que permite ao professor uma identificação funcional às relações Aprendizagem/Ciências/Tecnologia.

O desenvolvimento do *site* foi realizado com a plataforma *Wix*, para organizar os conteúdos abordados em sala com a exposição de vídeos com fenômenos, experimentos e exemplos. Segundo Lévy (1996, p.118) a *Internet* (*web*) "permite a criação da inteligência coletiva, o computador deixa de ser o centro e passa a ser parte do processo, por intermédio dele as pessoas trabalham na construção e disposição de hipertextos na sua atividade cotidiana".

Desse modo, compreendemos que o *site*, não é apenas uma exposição de informações, mas sim um mecanismo estruturado e pensado para introduzir uma sequência de ensino.

A plataforma Wix permitiu a criação de um *site* onde o *menu* apresenta um *design* gráfico arrojado e personalizado, com o uso das cores de forma harmônica junto aos elementos, tornando o *layout* agradável. Nele foi possível criar opções e organizar por tema os assuntos que se desejava no *menu*. Como um material da *web* ele pode ser modificado, atualizado, revisado inúmeras vezes, o que o torna quase um recurso dinâmico.

Kenski (2013, p. 105) destaca que "Alunos, professores e tecnologias interagindo com o mesmo objetivo geram um movimento revolucionário de descobertas e aprendizados." Sendo assim, o *site* também possibilita uma consulta de informações, permitindo à revisão das aulas de física em um ambiente externo à escola.

[1] é um código de barras bidimensional (Código de respostas rápidas) que pode ser facilmente escaneado usando a maioria dos telefones celulares equipados com câmera. Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Código_QR, acesso em 15 de fev. de 2020.

O estudo de óptica ocorre no Ensino Médio, embora os alunos nas séries iniciais do Ensino Fundamental já compreendam sobre a importância da luz. No dia a dia percebemos inúmeros fenômenos relacionados à óptica, compreende-los amplia a percepção física de mundo. Neste trabalho, o *site* atua como um recurso não apenas textual, mas principalmente visual, sobre óptica, lembrando a todos que a ciência não termina na escola, ela está presente em tudo.

3 ÓPTICA

As primeiras observações sobre a óptica e os fenômenos da luz datam das civilizações da Antiguidade, como na Grécia Antiga. Contudo, foi a partir dos estudos de Galileu Galilei, no século XVI, que este ramo científico começou a se desenvolver mais fortemente. Com contribuições e descobertas de importantes cientistas como: René Descartes, Christian Huygens, Isaac Newton, entre outros. Em geral a óptica se divide em: Óptica geométrica e Óptica física.

A primeira estuda os fenômenos ópticos relacionados às trajetórias, em outras palavras, a propagação da luz considerando que essa se propague por meio de raios luminosos. Já a segunda estuda a luz em forma de ondas e como ela interage e se manifesta em nosso mundo físico, ou seja, estuda os fenômenos ópticos como a absorção, polarização a interferência da luz, levando-se em conta a teoria sobre a composição da luz.

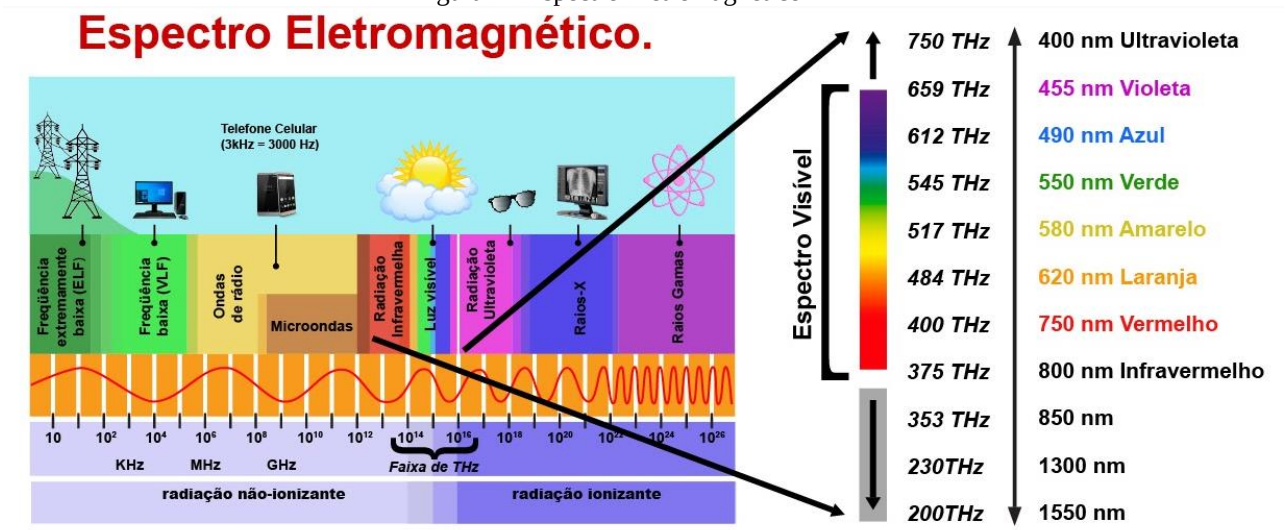
Este capítulo concentra-se em alguns conteúdos estudados no ensino básico retratados no *site* como a reflexão, refração, dispersão, entre outros. Fornecendo uma melhor compreensão sobre o produto educacional desenvolvido.

3.1 NATUREZA DA LUZ

O agente físico responsável pela produção da sensação visual, a luz se origina dos movimentos acelerados dos eletros, a luz é um fenômeno eletromagnético. O que os nossos olhos detectam é apenas uma estreita faixa do espectro das ondas eletromagnéticas. Dentro do grupo das radiações eletromagnéticas, estão, as ondas de rádio que possuem uma frequência menor, as micro-ondas, os raios infravermelho, os raios X e os raios gama. Porém, não somos capazes de vê-los, a não ser com o auxílio de instrumentos específicos, como os telescópios. Sendo assim, quando nos referimos à luz, na verdade estamos falando da luz visível – a única do espectro magnético que somos capazes de enxergar. (BUARQUE, p.159).

A figura 2, mostra as regiões do espectro eletromagnético, algumas delas são identificadas por algumas radiações eletromagnéticas conhecidas, como os raios X, raios gama, etc. Esses nomes indicam intervalos de comprimentos de onda. As extremidades dessa escala estão em aberto, ou seja, não apresentam limites definidos. Todas as ondas eletromagnéticas, não importa onde elas se situem no espectro, se propagam no espaço livre (vácuo) à mesma velocidade *c*, que corresponde a $c = 2{,}99792458 \times 10^{8}\ m/s$. (YONG&FREEDMAN, 2009, p. 2).

Figura 2 - Espectro Eletromagnético



Fonte: Prof. João Freitas (2020)

Como diriam Young e Freedman (2009, p. 2) a "natureza ondulatória da luz, entretanto, não é suficiente para explicar tudo". O que de fato constitui a luz? A luz é uma das formas de energia eletromagnética, os físicos a caracterizam por sua frequência, pois esta grandeza determina a quantidade de energia de um *quantum* (pacote) de luz ou *fótons*. Neste contexto ressaltamos a dualidade onda partícula, que historicamente discute se a luz têm uma natureza corpuscular ou ondulatória. Assim, a dualidade onda-partícula é interpretada de forma que em fenômenos de propagação da luz fica muito claro sua natureza de onda eletromagnética, enquanto que, quando a luz interage com um meio físico essa interação ocorre como se tivéssemos partículas com energia bem definidas por suas frequências (os *quantum* de energia, corpúsculos).

O fenômeno seminal destas discussões sobre os *quantuns* de luz iniciou-se pelo efeito fotoelétrico. Observado pela primeira vez em 1887 por Heinrich Hertz, quando realizava experimentos com ondas eletromagnéticas. Entre 1886 e 1900, Wilhem Hallwachs e Philipp Lenard realizaram vários experimentos a fim de investigar o surgimento de correntes elétricas em metais a partir de incidência de luz. O efeito não possui uma explicação a partir de ondas eletromagnéticas satisfatória apresentando peculiaridades de difícil explicação; como por exemplo: uma frequência da onda onde a corrente cessava que passou a ser conhecida como frequência de corte, abaixo da qual não acontece a emissão dos elétrons, ou seja, não há corrente elétrica, sendo essa uma característica do material sobre o qual a luz incide. A explicação dos fenômenos observados por Hertz, Hallwachs e Lenard foi realizada por Einstein, em 1905, a

partir da postulação dos pacotes de energia, que constituíam um feixe de luz, chamados de fótons ou *quanta*. A energia de um fóton é conhecida a partir da expressão:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} (Eq.01) ,$$

onde h é uma constante universal, conhecida por constante de Planck, cujo valor é $h = 6{,}6260693(11)\text{x}10^{-34}$ J.s, f é a frequência do fóton e λ seu comprimento de onda, e c é a velocidade da luz no vácuo (YOUNG & FREEDMAN, 2009).

A onda eletromagnética é caracterizada pelo seu comprimento de onda λ, ou por sua frequência f, lembrando que $c=\lambda f$. Como podemos ver na Figura 2, a frequência é inversamente proporcional ao comprimento de onda, ou seja, quando a frequência cresce, o comprimento de onda decresce. Em $c=\lambda f$, podemos observar que a velocidade da luz no vácuo, c, é a constante que equilibra essa relação de inversamente proporcional entre frequência e comprimento de onda.

Qualquer um de nós já deve ter experimentado o desconforto da falta de luz, que é necessária para que possamos ver os objetos em suas formas e cores. No escuro, a percepção dos objetos à nossa volta fica difícil. Para que qualquer objeto seja visto, é necessário que ele emita ou reflita luz e que essa luz atinja os olhos do observador.

De acordo com a natureza de emissão ou reflexão da luz pelos corpos, podemos classifica-las em fonte primária ou fonte secundária. A primeira, é representada por um corpo que emita luz própria, também conhecida como Corpo Luminoso. Por exemplo: o Sol, as estrelas, o farol aceso de um automóvel, entre outros. Alguns seres vivos também emitem luz pois utilizam os efeitos da bioluminescência, cujo fenômeno luminoso é produzido a partir de algumas transformações de energia, como é o caso do vaga-lume, de algumas algas marinhas do peixe lanterna, etc., que são mais notados à noite, ou em locais de baixa luminosidade natural e viabilizam uma atividade de comunicação noturna entre eles. O fogo é outro bom exemplo de fonte primária, pois foi a primeira fonte de luz utilizada de forma controlada pelo ser humano.

Já a Fonte Secundária ou Corpo Iluminado, reflete a luz de outras fontes, como as gotas de água que refletem a luz do Sol e fazem, por exemplo, as nuvens mudarem de cor. A Lua que, vista da Terra, reflete o brilho do Sol; ou até mesmo, a água de um lago que pode refletir a luz do Sol, da Lua, ou de uma outra fonte. A Terra também é um corpo iluminado que, por estar localizada mais próximo ao Sol, refletindo 25% mais a luz solar do que Marte. As árvores, os seres humanos também são exemplos de corpos iluminados por uma outra fonte que podem ser percebidos pelos olhos.

Conforme a extensão, as fontes de luz podemos considerá-las como fontes pontuais (ou puntiformes) ou extensas. A primeira, observa-se que todos os raios de luz são emitidos de um único ponto. Essas fontes apresentam dimensões desprezíveis em relação às distâncias que as separam dos outros corpos. Como exemplo, podemos citar a chama de uma vela ou de uma lâmpada pequena ao iluminar um determinado ambiente. As fontes extensas ocorrem quando as dimensões da fonte de luz são relevantes em comparação com as distâncias entre os corpos. Os raios luminosos são provenientes de toda a extensão do corpo. Por exemplo, o Sol iluminando a Terra, uma vela próxima a um livro ou uma lâmpada fluorescente iluminando uma sala.

O raio luminoso pode ser representado por uma linha reta orientada. Nós não enxergamos os raios de luz, mas enxergamos a luz que é espalhada pelas pequenas partículas suspensas no ambiente, isto é, a luz refletida em todas as direções por essas partículas. Chamamos de Feixe ou Pincel de luz ao conjunto de raios que se propagam numa determinada região do espaço, fenômeno visível em ambientes escuros ou onde a luz existente seja mais fraca. Desse modo, o feixe de luz não é percebido no vácuo, pois ali não existem partículas em suspensão ou em precipitação.

Assim, de acordo com sua forma geométrica, o feixe de luz pode ser cilíndrico ou cônico. O feixe cilíndrico é representado por raios de luz paralelos, exemplos: a luz emitida por um farol ou por um holofote; os raios solares, ao atingirem a superfície terrestre, etc.

Já o feixe cônico pode ser: convergente quando todos os raios de luz do feixe propagam-se em direção a um ponto ou cônico divergente, quando seus raios de luz partem, ou parecem partir, de um certo ponto, como a luz emitida pela vela ou pelo Sol.

Todavia, ao atravessar os corpos a luz propaga-se de diferentes maneiras. Didaticamente, os objetos (meios físicos) podem ser classificados como transparentes, translúcidos ou opacos. Contudo, vale ressaltar que a opacidade de um meio depende de vários fatores, inclusive do tipo de radiação que incide sobre ele.

Os raios de luz atravessam meios transparente de forma ordenada, em trajetórias bem definidas, como o vidro polido em espessuras pequenas, a água limpa, o ar e o vácuo, sendo possível ver os objetos colocados atrás desses meios.

Por outro lado, ao atravessar um meio translúcido, a luz propaga-se de modo desordenado e irregular, não permitindo que os corpos sejam vistos nitidamente através deles, como é o ocaso do vidro fosco, do papel vegetal, das nuvens, de alguns plásticos, etc. E por sua vez, o meio opaco impede a propagação da luz em seu interior e não permite que os corpos

sejam vistos através dele. Tais como, as superfícies metálicas, as paredes de concreto, as portas de madeira, os seres humanos, etc. Para compreender melhor como a luz se propaga e como sua propagação é afetada pelos diferentes meios e corpos, é que vamos apresentar a Óptica Geométrica.

3.2 PRINCÍPIOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA

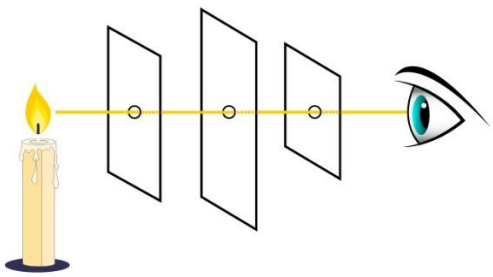
Consideramos três princípios, que regem a óptica geométrica:

O princípio da propagação retilínea dos raios de luz, que consiste na luz expandir-se em linha reta em meios homogêneos e transparentes. De acordo com Youg e Freedman (p.3, 2009)

> "Para descrever as direções de propagação da luz, em geral é mais conveniente representar a onda luminosa por meio de um raio. (...) Os raios de luz foram empregados muito tempo antes de se estabelecer a natureza ondulatória da luz. Na descrição corpuscular da luz, os raios são as trajetórias das partículas. Já do ponto de vista ondulatório, um raio é uma linha imaginária ao longo da direção de propagação da onda."

A figura 3 mostra o raio que perpassa retilineamente os furos dos objetos chegando até o observador.

Figura 3 - Experimento que comprova o princípio da propagação retilínea do raio de luz.

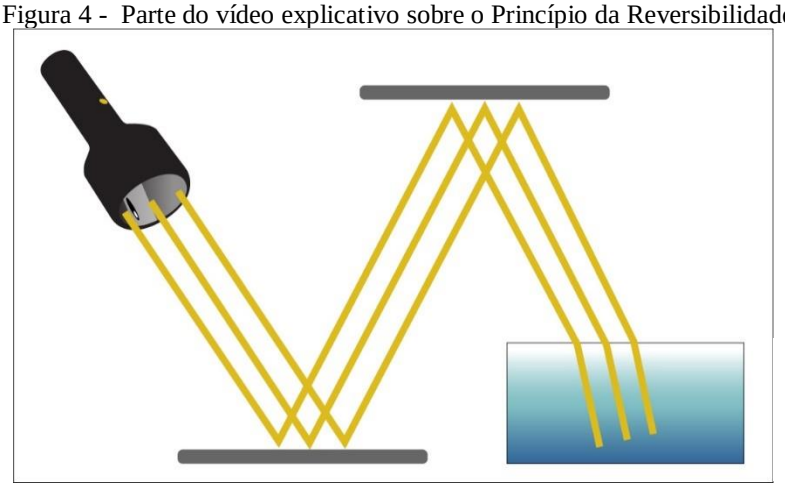


Fonte: pt.slideshare.net/fisicaatual/introduo-ptica-geomtrica-7138957

No princípio da independência da Luz, quando raios de luz se cruzam, não há interferência entre eles. Isso ocorre por que os feixes de luz são compostos por bósons, que são partículas fundamentais e possuem um *spin* inteiro eles são responsáveis por transmitir a interação de ondas eletromagnéticas, podem ocupar o mesmo estado quântico ao mesmo tempo, o que permite que um feixe possa chocar-se com outro como se nada houvesse acontecido. Diferentemente do que ocorre a dois corpos quando se chocam.

O princípio da reversibilidade da luz indica que, a trajetória seguida pela luz é a mesma, independentemente do sentido de propagação, ou seja, independe do lugar em que esteja a fonte.

Figura 4 - Parte do vídeo explicativo sobre o Princípio da Reversibilidade com link do site



Fonte: https://youtu.be/UlUVdceNXs8

Na figura 4, temos a imagem de um dos vídeos, cujos os raios que partem da lanterna, são refletidos por dois espelhos atingem a água e percorrem a mesma trajetória que a luz ao quando lançada pelo caminho oposto. Ou seja, independente do sentido da luz, o percurso é o mesmo.

3.3 FENÔMENOS RELACIONADOS A PROPAGAÇÃO DA LUZ

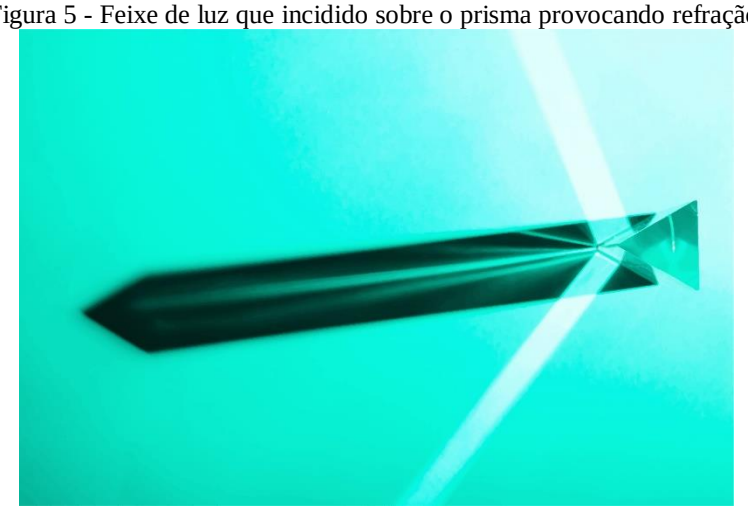
Quando os fótons interagem com a matéria e excitam elétrons das camadas de valência, alguns efeitos podem ocorrer, dentre eles a absorção, a reflexão, entre outros. A seguir veremos alguns desses fenômenos de propagação da luz, e a sua relação com as cores, ângulos de incidência, meio de propagação, etc.

3.3.1 Refração

Desde meados do século XIX já havia o conhecimento de que a luz se propagava em alta velocidade. Contudo, a velocidade está vinculada ao meio ao qual se propaga. No vácuo a velocidade da luz corresponde a $c = 2{,}99792458 \times 10^8$

A variação da velocidade pode ser acompanhada de uma mudança na direção da propagação da luz. Qualquer meio transparente ou translúcido é considerado um meio refringente, ou seja, que causa a refração, permitindo que a luz consiga atravessar, propagando-se em seu interior, formando um desvio em sua trajetória.

Figura 5 - Feixe de luz que incidido sobre o prisma provocando refração

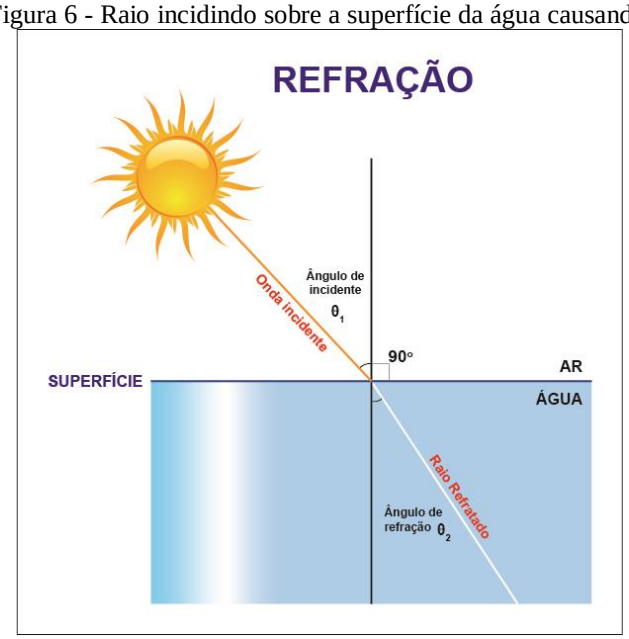


Fonte: Imagem livre para uso. https://br.freepik.com
Acesso em: 02/01/2020.

Na figura 5, temos um feixe de luz que, ao se propagar no ar, chega à superfície do prisma transparente, atravessa-o retorna ao meio de origem (ar). Nesse caso, dizemos que ocorrem duas refrações: na primeira, o feixe de luz incide no prisma, atravessando-o, e na segunda, ele retorna ao ar, emergindo da face do prisma.

A figura 6, mostra a luz do sol incidente sobre a superfície da água formando um ângulo de refração. Desse modo temos: *Índice de incidência θ1, ângulo de refração θ2* e a *superfície de separação do ar*.

Figura 6 - Raio incidindo sobre a superfície da água causando refração.



Fonte: Imagem livre para uso. https://www.shutterstock.com

Todos os materiais apresentam um índice de refração, propriedade que quantifica a resistência que eles impõem para propagação da luz em relação ao vácuo (não apresenta resistência), por meio do desvio que o raio sofre ao refratar-se, caracterizando assim o meio onde uma dada luz monocromática propaga-se.

O índice de refração absoluto de um material é dado por: $n = \frac{c}{v}$, onde *n* é o índice de refração e *v* a velocidade da luz no meio.

A luz sempre se propaga mais lentamente através de um material do que no vácuo, portanto, o valor de *n* em qualquer meio material é sempre maior do que 1. No vácuo *n* =1. Vejamos, na tabela 1 os valores dos índices de refração para algumas substâncias.

Tabela 1 - Índice de refração de alguns materiais.

Material	Índice de refração
Ar	1.0003
Água	1.33
Gelo	1.31
Álcool	1.36
Óleo	1.46
Vidro crown	1.52
Diamante	2.42
Rubi	1.71

Fonte: HELERBROCK, Rafael.

Em certas radiações monocromáticas, os meios *A* e *B* possuem índices de refração absolutos n_A e n_B respectivamente. O índice de refração do meio *A*, em relação ao meio *B*, é dado por:

$$n_{A,B} = \frac{n_A}{n_B} \qquad \textit{(Eq.02)},$$

Considerando as correspondentes velocidades da luz em *A* e *B* sejam V_A e V_B, temos:

$$n_{A,B} = \frac{\frac{c}{V_A}}{\frac{c}{V_B}} = \frac{V_B}{V_A} \qquad \textit{(Eq.03)},$$

A velocidade da luz depende do ambiente em que ela se propaga, quanto maior for índice de refração menor a velocidade da luz no meio, ou seja, o índice de refração varia de um ambiente para outro. Por exemplo, quando a luz passa do ar para água. Ao alterar o ângulo de incidência, o ângulo refratado se aproximará do meio que apresentar um maior índice de refração.

Vejamos abaixo um exemplo de refringência:

Figura 7 - Exemplo de refringência.

Fonte: Imagem livre para uso. https://www.shutterstock.com/pt/image-vector/refraction-light-water-causes-deflect-we-1194930730

O lápis é retilíneo, contudo parece torto quando está sobre a água. Isso ocorre, porque os raios de luz provenientes de um objeto submerso desviam-se da normal quando eles saem do ar. Quando olhamos para o copo temos a impressão de que o lápis está a uma profundidade menor do que sua profundidade real. Em outras palavras, um meio é mais refringente que o outro quando seu índice de refração absoluto é maior do que o índice de refração absoluto do outro. Na figura 7, o lápis é mais refringente que a água.

Há duas leis que determinam a refração de qualquer feixe de luz, são elas:

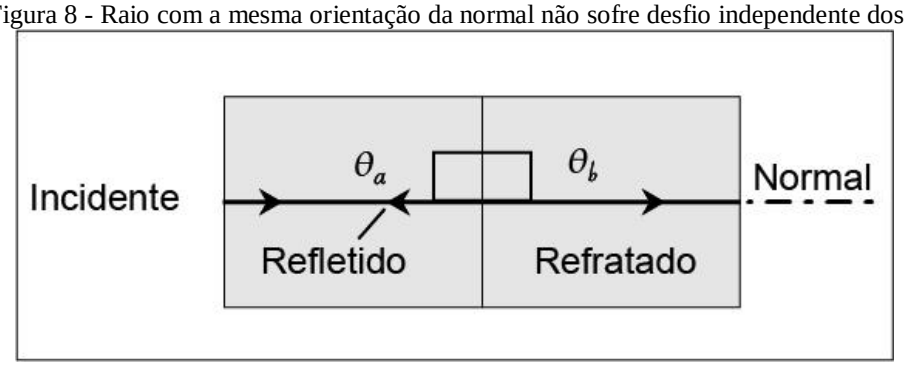
1ª LEI: O raio incidente, o raio refletido, o raio refratado e a normal à superfície estão todos sobre o mesmo plano.

2ª LEI: Chamada de Lei da Refração ou Lei de Snell, afirma que: Para luz monocromática e um dado par de materiais, *a* e *b*, separados pela interface, a razão entre o *seno* dos ângulos. θa e θb, onde esses ângulos são medidos a partir da normal à superfície, é igual ao inverso da razão entre dois índices de refração:

$$\frac{sen\ \theta a}{sen\ \theta_b} = \frac{n_b}{n_a} \qquad \textit{(Eq. 04)},$$

O raio refratado não sofre desvio quando o ângulo de incidência é zero, ou quando o raio refratado ocorre na direção da normal, como na figura 8, em que o raio de incidência apresenta-se perpendicular à superfície. (YOUNG; FREEDMAN, 2009, p.5).

Figura 8 - Raio com a mesma orientação da normal não sofre desfio independente dos materiais.



Fonte: Freedman (2009).

Temos que: $\theta_a = 0$, $sen\ \theta_a = 0$ de acordo com a lei de Snell,

$$n_a . sen\ \theta_a = n_b . sen\ \theta_b$$

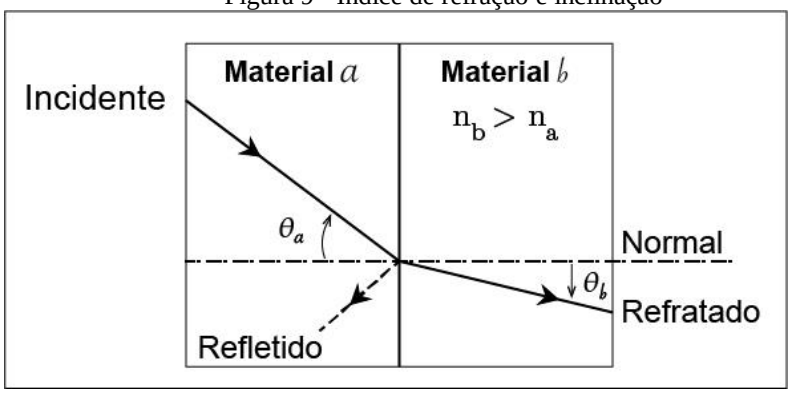
$$\theta_b = 0 \qquad \textit{(Eq. 05)},$$

$sen\ \theta_b = \frac{0}{n_B} = 0$, ou seja, o raio transmitido é perpendicular à interface e $\theta_a = \theta_b$, o ângulo refletido volta pelo mesmo caminho do raio incidente.

A refração também ocorre na interface que separa um corpo no vácuo, onde o índice de refração por definição é igual a *1*, quando um raio sai do vácuo e penetra em um material *b*, de modo que $n_a = 1$ e $n_b > 1$, o raio sempre se desvia aproximando-se da normal.

Em outras palavras, ele propaga-se de um meio menos refringente para o meio mais refringente.

Figura 9 - Índice de refração e inclinação

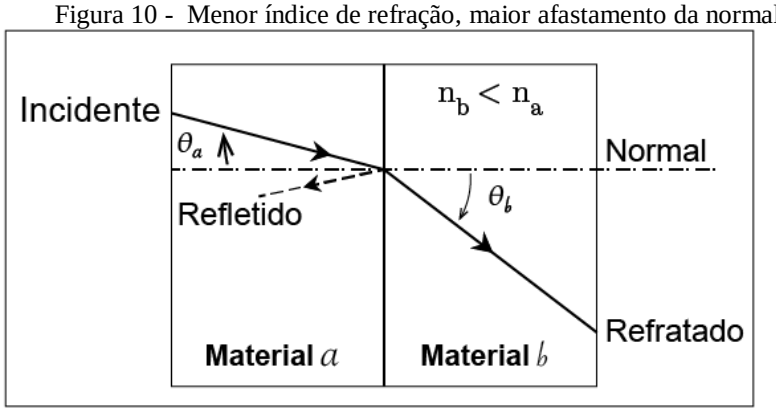


Fonte: Freedman (2009)

Desta forma $n_b > n_a$, então, $sen\ \theta_b < sen\ \theta_a$, $\theta_b < \theta_a$, ou seja, o ângulo de refração é menor que o ângulo de incidência, como representado na figura 9.

Já quando um raio que sai de um material e passa a propagar-se no vácuo, de modo que: $n_a > 1$ e $n_b = 1$, o raio sempre se desvia, afastando-se da normal, como na figura 10, propagando-se do meio mais refringente para o meio menos refringente.

Figura 10 - Menor índice de refração, maior afastamento da normal.



Fonte: Freedman (2009).

De modo que, $n_b < n_a$, então $sen\, a < sen\, b$ e $\theta_a < \theta_b$, ou seja, o ângulo de refração é maior que o ângulo de incidência.

As ondas de luz se dirigem sobre a água formando um ângulo que se flexiona ordenadamente diminuindo sua rapidez, outra parte delas sofrem reflexão.

3.3.2 Reflexão

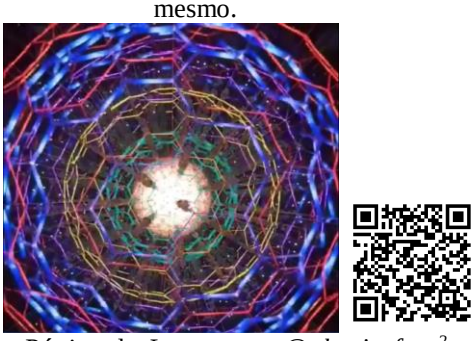
O fenômeno da reflexão ocorre quando a radiação luminosa (feixe de luz) incide sobre uma superfície (dita refletora) e retorna ao meio de origem, onde se propagava anteriormente.

Destacamos duas situações em que ela ocorre: a reflexão regular e a difusão da luz (ou reflexão difusa).

Quando um feixe de luz atinge uma superfície polida e é refletido de forma regular, dá-se o nome de reflexão regular, ou seja, quando a incidência é um feixe com raios paralelos, o feixe refletido também será paralelo.

Vale ressaltar que ao usarmos a expressão superfície polida, referimo-nos a uma superfície cujas irregularidades são desprezíveis, pois na realidade não há uma superfície plenamente polida. Neste produto educacional são mostrados alguns vídeos no decorrer do conteúdo, entre eles o caleidoscópio (figura 11), que evidencia a reflexão por meio dos espelhos, nos quais praticamente toda a luz é refletida, gerando a formação de imagens.

Figura 11 - Imagem interna do vídeo de um dos Caleidoscópios presente no Produto Educacional e QRcode do mesmo.



Fonte: Página do *Instagram- @physicsfun.*[2]

A fundamentação da descrição geométrica da reflexão são dadas por duas leis: A **1ª Lei,** o raio incidente, a normal e o raio refletido estão contidos no mesmo plano. A **2ª Lei,** o ângulo de reflexão θ_r é igual ao ângulo de incidência θ_a para todos os comprimentos de onda e para qualquer par de materiais.

Um raio com a mesma trajetória da normal não sofre desvio, independentemente dos materiais.

$$\theta_r = \theta_a \qquad \textit{(Eq. 06),}$$

(Lei da Reflexão)

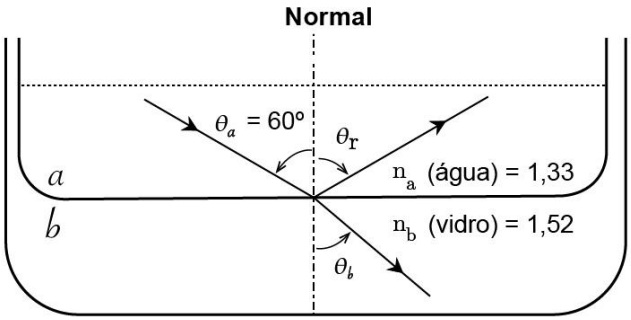
A refração nunca ocorre isoladamente, ou seja, quando há refração também há reflexão. Contudo, com a luz, há situações em que ela pode ser totalmente refletida de uma interface e nenhuma luz ser transmitida.

Analisando a expressão $n_a . sen\,\theta_a = n_b . sen\,\theta_b$, que corresponde à Lei da Refração vista anteriormente, temos uma igualdade de dois produtos: se um dos fatores aumenta, o outro deve diminuir e vice-versa. Desse modo, é possível compreender melhor o que ocorre com a trajetória do raio de luz que atravessa a superfície de separação de dois meios. Pois se o valor de n_a aumenta, o $sen\,\theta_a$ deve diminuir. Em outras palavras, o meio mais refringente (*n* maior), o ângulo de incidência (ou refração) é menor, como acontece com um raio de luz quando é proveniente da água e é refratado para o ar, o raio se afastará da normal. Ao aumentarmos o ângulo de incidência, o ângulo de refração θ_a também aumenta, afastando-se da normal.

Na figura 12, o material *a* é a água e o material *b* é um vidro. O n_b é ligeiramente maior que n_a, de modo que, pela *lei de Snell*, θ_b é ligeiramente menor que θa. Logo, o raio refratado se desvia em direção à normal e $\theta_b < \theta a$.

[2] Disponível em < https://www.instagram.com/physicsfun/>. Acesso em:02 de fev. de 2020.

Figura 12 - Reflexão e refração da luz passando da água para o vidro.

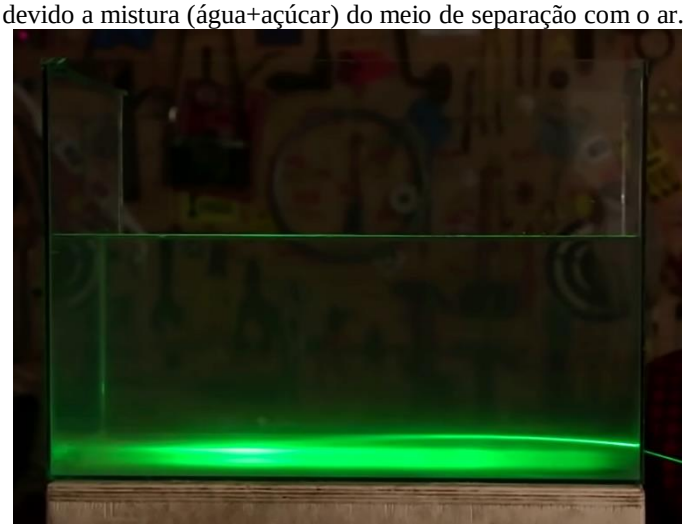


Fonte: YOUNG; FREEDMA, (2009, p.9)

Existe uma situação-limite em que o raio refratado se afasta consideravelmente da reta normal, ele é refratado com ângulo de refração $r = 90º$. Esse ângulo de incidência recebe, portanto, o nome de ângulo limite, $\theta_b = L$.

Para ângulos de incidência maiores que L, $\theta_b > L$, não haverá refração e tem-se o fenômeno da reflexão total. A figura 13 traz um recorte de um dos vídeos disponível no *site*, trata-se de um experimento que modifica a trajetória do feixe de luz de um laser utilizando açúcar, que altera o meio (água) homogêneo para um meio heterogêneo (água + açúcar), permitindo ao aluno visualizar e compreender um pouco mais sobre a velocidade e o fenômeno da reflexão da luz.

Figura 13 - Parte do vídeo do experimento com um feixe de luz apresentando a variação da velocidade da luz devido a mistura (água+açúcar) do meio de separação com o ar.



Fonte: https://youtu.be/gqkSfAfyt30
Acesso em: 02/01/2020.

Desse modo,

$$n_a . sen\ \theta_a = n_b . sen\ \theta_b$$

$$n_a . senL = n_b . sen90°$$

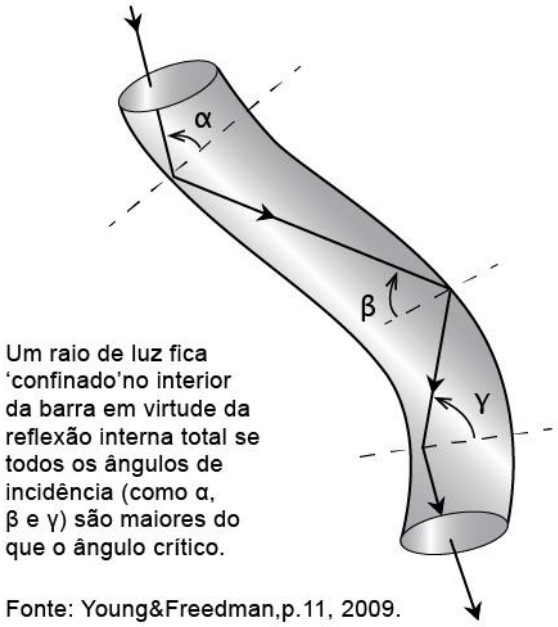
$$n_a . senL = n.1$$

$$sen\ L = \frac{n_b}{n_a},$$

para $n_a > n_b$ podemos dizer que $sen\ L = \frac{n_<}{n_>}$

Vejamos a seguir um exemplo da reflexão interna total,

Figura 14 - Barra transparente (índice de refração).



Fonte: YOUNG;FREEDMAN (2009, p.11).

A figura 14, mostra quando um feixe de luz que penetra por meio da extremidade de uma barra transparente, a luz pode sofrer reflexão interna total se o índice de refração da barra for maior do que o índice de refração do material existente em seu exterior. O raio de luz fica "confinado" no interior da barra, que algumas vezes é chamada de tubo de luz. Feixes de fibras de vidro ou fibras de plástico pode comportar-se de modo semelhante, com a vantagem de serem flexíveis. Tal feixe pode ser construído por milhares de fibras individuais, cada uma com diâmetros da ordem de 0,002 até 0,01 mm (YOUNG&FREEDMAN, 2009, p.11).

No *site* desenvolvido, há um vídeo representado na figura 15, que mostra a imagem transmitida por um feixe de fibras ópticas, que deve ao agrupamento das fibras em um feixe tendo uma das extremidades com a mesma geometria da outra.

Figura 15 - Imagem do vídeo mostra um dos efeitos da Fibra óptica.

Fonte: Página do *Instagram- @physicsfun*[3]

As fibras ópticas são usadas na medicina com os endoscópios (instrumento que pode ser colocados em tubos do organismo) auxilia exames dos brônquios, bexiga, cólon etc. Ela também é empregada no design de joias, devido ao alto índice de refração por ter ângulo limite correspondente muito pequeno. “A luz que entra em um diamante lapidado sofre reflexão interna total nas faces de sua superfície posterior e depois emerge à superfície frontal.” (YOUNG; FREEDMAN, 2009, p.12). O que intensifica seu brilho fascinante.

3.3.3 Reflexão difusa

Quando a luz atinge uma superfície áspera, ela se reflete em muitas direções e pode ser visto por observadores localizados nos mais diferentes lugares conhecido por reflexão difusa da luz. Na figura 16, a reflexão difusa acontece graças as pequenas ondas presentes na superfície do lago. Os raios de luz que chegam a superfície do lago se encontram com milhões de superfícies planas menores orientadas em todas as direções.

[3]Disponível em: < https://www.instagram.com/physicsfun/ >. Acesso em: 02/01/2020

Figura 16 - Reflexão difusa da luz na água do lago.
Fonte: https://pixabay.com/pt/photos/cisne-água-bird-lago-branco-pena-2077219/

Acesso em: 02 de jan. 2020.

É graças a esse fenômeno que enxergamos os objetos iluminados (sem a necessidade de uma posição definida).

Uma curiosidade abordada no *site* é de que um saco plástico com água é capaz de espantar as moscas. Pois, saco transparente cheio de água funciona como um excelente repelente não apenas para moscas, mas contra qualquer inseto que voe.

Isso acontece porque eles percebem o objeto como se fosse um espelho e mudam a trajetória de seu voo. "É mais ou menos a mesma coisa que acontece quando nos deparamos com um espelho que reflete a luz do Sol. Se somos atingidos pelos raios solares, isso nos incomoda, e nosso impulso inicial é dar meia-volta ou desviar o caminho, até mesmo como medida de precaução", afirma o engenheiro agrônomo Octávio Nakano(2011), da Universidade de São Paulo (USP).

Ao entrar em um lugar qualquer e se deparar com o saco cheio d'água, a mosca vê sua imagem refletida no líquido. Sua reação, seja por instinto ou mesmo por susto, é parar e sai do ambiente.

Fonte: Super Interessante, texto adaptado.[4]

A cor de um corpo vista pelo olho humano é determinada pela luz difundida por ele ao ser iluminado pela luz solar.

A luz branca do Sol apresenta um espectro de cores determinada por uma frequência da luz bem definida. Desse modo, um objeto branco, ao ser iluminado pela luz branca, reflete

[4] Disponível em: https://super.abril.com.br/mundo-estranho/um-saco-plastico-com-agua-realmente-afasta-moscas/ . Acesso em: 28 de fev. de 2020.

(difunde) todas as cores, causando a impressão de um corpo branco. Um objeto preto, ao ser iluminado, absorve todas as cores, causando a impressão de um corpo preto.

É graças à absorção dos componentes do espectro eletromagnético que é possível compreender por que os corpos apresentam cores diferentes. Como vemos na figura 17, os objetos absorvem a toda luz inserida sobre eles, porém apenas uma cor será predominante embora possa ocorrer a reflexão de outras cores em pequenas quantidades, contribuindo para que haja diferentes tonalidades de cores.

Figura 17 - Absorção e reflexão da lua contribuindo para a formação das cores

Fonte: Silva (2008, p.262).

A quantidade de energia refletida ou absorvida por um corpo está relacionada ao material que compõe e à frequência da luz. Dessa forma, pode ocorrer a reflexão de algumas cores e a absorção de outras.

Refletir difusamente uma só componente da luz solar, ou refletir todas ou ainda absorver todas, constitui situações ideais, isto é, estamos admitindo os corpos com cores puras. Mas na realidade, os corpos refletem e absorvem porcentagens variadas dos diversos componentes da luz incidente.

3.3.4 Absorção

Acontece quando a luz incide sobre uma superfície que absorve todas as cores, mas reflete apenas luz de sua própria cor. Este fenômeno também pode ser associado a um aumento de energia, a absorção ocorre quando o fóton cede toda sua energia para o elétron de valência, excitando-o. (HALLIDAY,2009).

Os elétrons externos que giram ao redor do núcleo de um átomo podem ser vibrados pelos campos elétricos de ondas eletromagnéticas. Uma vez em vibração, esses elétrons enviam suas próprias ondas eletromagnéticas, assim como faixas acústicas vibrantes enviam suas ondas sonoras.

Os elétrons oscilam facilmente em determinadas frequências, de acordo com o material. Ou seja, materiais diferentes apresentam frequências de absorção e emissão de radiação distintos.

> Se o material é transparente, a luz reemitida atravessa-o. Se o material é opaco, a luz regressa ao meio de onde veio. Isso é a reflexão. Normalmente, um material absorve a luz de algumas frequências e reflete o resto. Se absorve a maioria da luz visível que lhe chega, mas reflete o vermelho por exemplo, aparecerá vermelho. (HEWITT, 2000, p.516)

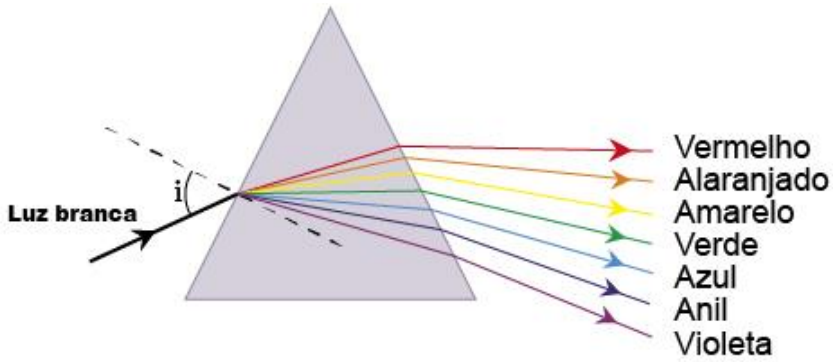
Pode-se perceber que uma blusa preta exposta ao sol por seu tom escuro, possui grande índice de absorção, e retém a energia luminosa do sol. O mesmo acontece com objetos de cores diferentes, com a exceção do branco que realiza o processo contrário difundindo a luz. É o que ocorre também nas pavimentações de ruas e estradas, por meio da sinalização do asfalto que contém faixas e letras brancas ou amarelas. Sua camada negra absorve a luz inserida sobre o asfalto, já as faixas e letras difundem a luz e auxiliam a visão do motorista.

3.3.5 Dispersão

A luz policromática, que tenham diversas cores em sua composição (poli: muitas; cromática: cores), ao refratar-se, ela sofre decomposição em suas cores, isto nos chamamos de dispersão. Ao se fazer uso de um instrumento óptico como prisma, é possível perceber que a luz branca é constituída por várias cores, portanto é considerada policromática.

Dentre os vídeos do *site*, um deles traz o experimento com um feixe de luz branca, que atravessa um prisma de vidro formando um espectro de cores, graças à dispersão luminosa que é um desdobramento da refração quando a radiação interage com o novo meio de propagação.

Figura 18 - Dispersão das cores no prisma



Fonte: https://www.coladaweb.com/fisica/optica/cor-da-luz. Acesso em: 02 de jan.2020.

O índice de refração de um meio material aumenta da luz vermelha para a violeta sempre na ordem de cores mostrada na figura 18. Portanto, o vidro apresenta menor índice de refração absoluto para a luz vermelha e maior para a luz violeta.

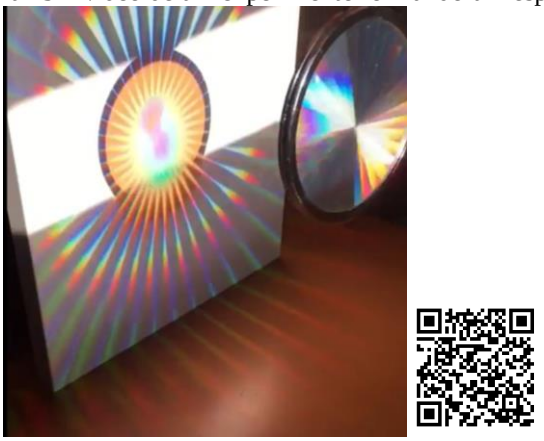
Ao emergir pela outra face, é a luz violeta a que mais se afasta da normal e a vermelha é a mais próxima a ela.

O primeiro cientista a reconhecer que a luz branca é uma mistura de luz de todas as cores com aproximadamente a mesma intensidade foi Isaac Newton, quando fez a luz ultrapassar por um prisma de vidro e observou o espectro da luz refratada.

A luz branca não tem uma única frequência de longitude de onda, trata-se de uma combinação de diferentes frequências e longitudes de onda. As combinações de longitudes separam-se da luz branca e assim conseguimos visualizar as cores contidas na luz branca.

Quando as longitudes de ondas mais curtas da luz branca inclinam-se mais que as mais largas, as diferentes longitudes de ondas separam-se, formando um espectro contínuo, como na figura 19.

Figura 19 – vídeo de um experimento formando um espectro



Fonte: Página do *Instagram- @physicsfun*[5]

[5] Disponível em: < https://www.instagram.com/physicsfun/> Acesso em: 02 de jan.2020.

As ondas luminosas passam pelas minúsculas grades da superfície, separadas entre si por distâncias extremamente pequenas, funcionando como um prisma. O raio de luz entra pela superfície do objeto e uma parte da luz se reflete ali e o restante penetra o material onde se refrata e aumentando a dispersão ou seja, promove a decomposição da luz, formando o espectro de cores.

4 METODOLOGIA

O intuito da proposta foi interligar as TICs ao ensino da luz. A aplicação deste produto educacional, desenvolvido contém seis encontros e foi construído na forma de planos de aula (FERREIRA; FILHO, 2019). A primeira atividade, antes da introdução aos conteúdos, foi a realização de um *Quiz* (questionário online)[6] elaborado para avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a luz.

Cada encontro será detalhado, abordando seus objetivos e a aplicação dos vídeos experimentais a fim de promover uma aprendizagem significativa, a partir da negociação de significados entre os conteúdos abordados nos vídeos e os subsunçores presentes em sua estrutura cognitiva. Na Tabela 2, temos um resumo dos encontros realizados.

O primeiro encontro, composto por uma aula, oferece uma explanação sobre a proposta didática. Foi dada ênfase à importância de cada estudante nesse processo e o compromisso deles no envolvimento seria o fator principal para o desenvolvimento conceitual, visto que as aulas seriam compostas por exposição e diálogo. Foi dito também que os vídeos conteriam experimentos que contribuíam para melhor entendimento dos fenômenos naturais. Foi destacado o uso do computador como fonte de pesquisa e aprimoramento para a evolução do conhecimento. Foi explicada a estrutura do *site* e o uso do *Quiz* como ferramenta avaliativa. A seguir, foi realizada a aplicação do questionário diagnóstico *(online*), para isso, os alunos foram conduzidos ao laboratório de informática da escola, a fim de que fosse possível, por meio das respostas fornecidas por eles, verificar os conhecimentos prévios sobre o conceito de luz e óptica.

Após acomodarem-se, os alunos tiveram cerca de 30 minutos para responder ao *Quiz.* Devido ao quantitativo de computadores, ficaram em dupla e trios, intercalando o uso da máquina. Alguns estudantes responderam pelo próprio celular. O *Quiz* contribuiu para o exercício da curiosidade intelectual, da análise, com base nos conhecimentos que os alunos possuem sobre o tema. O questionário diagnóstico foi aplicado na aula inicial e na final, sendo o análise, dessas duas aplicações, detalhada no capítulo 5. O modelo encontra-se disponível no Apêndice A.

[6] Disponível no Apêndice A

Tabela 2 - Resumo dos Encontros

Encontros	Conteúdos trabalhados	Objetivos
Encontro 01 (1 aula).	Informações iniciais e conhecimentos prévios.	- Utilizar os conhecimentos prévios construídos sobre o estudo da luz por meio de recursos digitais, colaborando para uma melhor compreensão sobre o tema; - Exercitar a curiosidade intelectual, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, com base nos conhecimentos sobre o assunto.
Encontro 02 (1 aula).	Luz, Fontes de luz e a propagação da luz.	- Compreender a luz como radiação eletromagnética localizada dentro de uma pequena faixa do espectro eletromagnético, percebendo que os comprimentos de onda estão relacionados às cores deste espectro; - Identificar as fontes de luz; - Promover por meio de recursos audiovisuais um melhor entendimento sobre como a luz se propaga.
Encontro 03 (2 aulas).	Princípios da propagação da Óptica Geométrica e Absorção.	- Verificar os princípios da propagação dos raios luminosos com a utilização dos vídeos experimentais; - Compreender o fenômeno da absorção da luz.
Encontro 04 (1 aula).	Refração e Reflexão.	- Identificar e pontuar as principais características da refração e da reflexão.
Encontro 05 (1 aula).	Difusão e Dispersão.	- Reconhecer os fenômenos luminosos (difusão e dispersão).
Encontro 06 (2 aulas).	Espectro e as cores; Aplicação do *Quiz* final.	- Reconhecer que a luz branca é uma mistura de todas as cores; - Relacionar o espectro eletromagnético a um conjunto de ondas; - Utilizar os conhecimentos adquiridos para explicar a formação do arco-íris e a cor do céu dentre outros fenômenos.

Fonte: elaborado pelo autor (2020)

O segundo encontro, realizado com uma aula. Teve como objetivo promover o entendimento de que a luz é uma radiação eletromagnética, ou seja, é uma forma de energia que se move no espaço por meio de ondas eletromagnéticas, que fazem parte de um conjunto maior de ondas: o espectro eletromagnético. Para tal, apresentou-se a imagem do espectro eletromagnético, e foi mencionado em ordem de frequência as ondas "não visíveis" presentes à nossa volta: as ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, ultravioletas, raios x e raios gama. Pois, a luz visível aos olhos está localizada dentro de uma pequena faixa do espectro eletromagnético cujas cores estão relacionadas aos comprimentos de onda. Foi questionado aos estudantes, como a luz é gerada. Esse questionamento buscou aguçar a curiosidade e a reflexão sobre o tema. Foi explicado que por meio da energização dos elétrons da última camada de valência, um elétron é extraído do átomo, contudo no momento que em que ele chega ao átomo novamente um fóton (partícula de luz) é liberado.

Foi solicitado aos alunos que acompanhassem pelo *site*, no *menu* conhecimentos básicos, o vídeo referente a fontes de luz. No decorrer da exibição das imagens, foi explanado sobre as fontes que emitem e que refletem luz, bem como as fontes pontuais e extensas. Vale ressaltar que esse vídeo é constituído por uma série de imagens tomadas como exemplos de fontes luminosas. Outros questionamentos feitos no decorrer da aula foram: vocês já tentaram ver embaixo d'água? O que a água e o ar, por exemplo, têm de diferente como meios de propagação da luz?

Apresentou-se outra produção visual, referente a propagação da luz, sendo possível ver um pincel de luz formado por um laser. Nessa parte do vídeo, foi possível ver o caminho de propagação da luz ao sair do laser, graças às partículas do spray do desodorante que ficam suspensas no ar. Ainda neste vídeo, foram vistas as formas geométricas do feixe de luz (cilíndrico com raios paralelos, cônico convergente, cônico divergente) com seus respectivos exemplos e que a luz propaga-se de diferentes maneiras ao atravessar os corpos. Desse modo, alguns objetos (meios físicos) foram classificados como: transparentes, translúcidos e opacos. Foram mostradas imagens com exemplos de cada um deles. Essa aula referente aos conhecimentos básicos, contribuiu para um melhor entendimento sobre o tema. Os vídeos mostrados facilitaram, por meio da percepção visual, acessibilidade e compreensão. Pois a sequência de imagens mostradas foi desenvolvida intencionalmente, contribuindo para um aprendizado gradativo, promovendo o diálogo e a informação a fim de gerar uma aprendizagem significativa para os estudantes.

O terceiro encontro foi promovido durante 2 aulas, cujos objetivos foram apresentar e exemplificar os princípios da propagação dos raios luminosos por meio dos vídeos. Inicialmente foram revelados os três princípios da óptica geométrica: o princípio da Propagação Retilínea do Raio de Luz, o da Independência dos Raios de Luz e o princípio da Reversibilidade da Luz com o acompanhamento dos alunos pelo esquema no *site*. Foi retratado o experimento dos cartões, que confirma à propagação da luz em linha reta por meio de um furo feito no centro de cada um dos três cartões permitindo que o feixe de luz atinja um livro posto na vertical. As imagens indicam que, ao afastar um dos cartões, verifica-se que o feixe de luz apresentou um final diferente do ocorrido na trajetória inicial (sem o afastamento do cartão). Assim, ocorre uma propagação retilínea dos raios luminosos em meios homogêneos e isotrópicos.

Aproveita-se o momento para explorar o que os alunos entendem por meio homogêneo e isotrópico, esclarecendo que para ser o homogêneo é necessário que o meio apresente a mesma característica em todos os elementos de volume. Para ser isotrópico, a velocidade de propagação da luz e as demais propriedades ópticas não dependem da direção em que é realizada a medida. Um exemplo de um meio marcado por essas características é o vácuo. Ainda nesse vídeo mostrou-se as imagens de um show para exemplificar o princípio de independência da luz, com os feixes de luzes se cruzando e seguindo seus caminhos, independente um do outro. Para o princípio da reversibilidade, foi vista uma animação que mostra o caminho dos feixes de luz: seja na ida ou na volta percorrem o mesmo caminho, em sentidos opostos.

Para melhor entendimento como ocorrem esses dois últimos princípios, foram destacado dois vídeos: um mostrando o palco de um show no qual se percebe nitidamente o cruzamento entre os feixes de luz, e o outro apresentando a propagação de um feixe de laser de alta potência. Essa aula também teve como objetivo promover uma melhor compreensão sobre o fenômeno da absorção da luz. Foi solicitado que os alunos assistissem ao experimento e, em seguida, foi instigado um debate realizado por questionamentos relacionados ao comportamento do fenômeno observado, como por exemplo: por que a bola de cor preta estourou com facilidade, enquanto a bola branca nada aconteceu? E o fato de a bola transparente não estourar enquanto a bola que estava dentro dela estourava? Por meio das respostas dos alunos, foi construída a percepção de que a luz é composta também por energia térmica que, à lente usada no vídeo concentrou uma boa parte da radiação inserida, em um único ponto promovendo a explosão, diferentemente do que ocorre a cor clara que reflete a luz incidente.

Reconhecemos que a abordagem teórica é importante e se mostra atrativa com a realização de um experimento associado. Contudo nem sempre é possível vivenciá-la em sala,

seja devido à falta de material, de espaço ou até mesmo de tempo para sua realização. Desejamos deixar claro que a finalidade dos vídeos não é extinguir a aplicação de experimentos reais, mas sim propor um produto educacional que pode ser utilizado como apoio nas aulas, como feito nesta sequência de aulas, e também como fonte de pesquisa para os estudantes.

Com o objetivo de identificar e pontuar as principais características da refração e da reflexão, o quarto encontro foi iniciado com a leitura conjunta do parágrafo referente à imagem de um feixe de luz que, ao propagar-se no ar chega à superfície do prisma transparente, atravessa-o e retorna ao meio de origem (ar). Desse modo, iniciou-se o conceito de refração. Em seguida, foi destacado que a velocidade da luz não é a mesma em todos os meios, e que ela pode ser acompanhada de uma mudança na direção da propagação da luz**.**

Foi também exposto o índice de refração de um material como uma propriedade que quantifica a resistência que o material impõe para a propagação da luz em relação ao vácuo. Nessa aula, foi dada ênfase às leis da refração, fazendo uso de algumas imagens e cálculos que contribuem com a compreensão teórica associada a elas. Ainda nessa aula, foram tratadas as propriedades da reflexão para mostrar como ocorre a reflexão difusa da luz.

Fez-se uso de vídeos com caleidoscópio, sendo possível conhecer um pouco da história do brinquedo atrelado à reflexão regular que acontece quando um feixe de luz atinge uma superfície polida e é refletido de forma regular. No caleidoscópio, uma vez que o tubo cilíndrico é movimentado, os pequenos pedaços coloridos são refletidos pelos espelhos e formam imagens múltiplas, em arranjos simétricos. Os estudantes mostraram-se maravilhados pelas imagens formadas. Também discutimos sobre a lei da reflexão e observamos o que ocorre com a trajetória do raio de luz ao atravessar uma superfície de separação de dois meios. Com isso, pode-se explicar a ideia de refringência.

Outro vídeo que chamou a atenção dos alunos foi o experimento realizado com laser, açúcar, água e um aquário. Ao inserir o açúcar na água, o caminho da luz passou a ser diferente. Esse vídeo mostrou a variação da velocidade da luz, bem como o aumento do índice de refração da água, ou seja, reflexão total, que ocorre do meio que tem maior índice de refração para o que possui menor índice de refração. Também foram vistas algumas aplicações na sociedade da reflexão interna total da luz. Foram exibidos dois vídeos relacionados à fibra óptica: um mostrou a imagem transmitida por um feixe de fibras ópticas, e o outro mostrou a luz caminhando por um fio de água. Nele foi possível observar o comportamento da fibra óptica e sua relação com a reflexão interna total da luz.

No quinto encontro, buscou-se que os alunos reconhecessem os fenômenos luminosos de difusão e dispersão, sabendo diferencia-los. Nessa aula, não seguimos para o laboratório, o *site* foi acessado na sala. Foi mostrado aos alunos um vídeo referente à água do mar e assim introduziu-se o debate. O que vocês veem? Pessoas em diferente posições verão a mesma coisa? O que ocorre com a água? As resposta conduziram-nos ao entendimento de que a luz ocorre quando um feixe é refletido em diversas direções e pode ser visto por observadores localizados em diferentes lugares. A seguir foi lido em sala um texto adaptado da revista Super Interessante, retratando que a mosca vê sua imagem refletida num líquido amarrado por um saco plástico transparente e que sua reação, seja por instinto ou mesmo por susto, é parar e sair do ambiente. Isso ocorre graças ao fenômeno da reflexão.

Ainda nessa aula, resgatamos um pouco do que foi visto no segundo encontro quando falamos sobre as cores, só que agora buscando compreender o motivo dos corpos apresentarem cores diferentes. Desse modo, falou-se sobre absorção e reflexão da luz, retomando o assunto sobre espectro de luz. O alunos foram questionados sobre as diferentes tonalidades de cores que existem, ressaltando que a quantidade de energia refletida ou absorvida por um corpo está relacionada ao material que o compõe e à frequência da luz, podendo ocorrer a reflexão de algumas cores e a absorção de outras.

Foi perguntado aos alunos o que eles pensavam ao escutar a palavra dispersão. No, dicionário significa separar por diferentes lugares ou direções. Sendo assim, mostramos o experimento em vídeo de um feixe de luz branca atravessando um prisma de vidro, permitindo ser visto pelo anteparo a decomposição da luz, formando um espectro luminoso. O vídeo retoma a ideia de que a refração depende do comprimento de onda da luz, e que cada cor possui um ângulo de desvio ou de refração diferente do outro. Semelhante ao que ocorre no arco-íris, em que a luz branca do sol é decomposta por meio da dispersão nas gostas de água da chuva. Destacou-se que o índice de refração aumenta da luz vermelha para a violeta.

Finalizamos a aula com um belíssimo vídeo retirado do *National Geografics* de uma cachoeira em um arco-íris em cascata. Os alunos mostraram-se encantados com o fenômeno registrado.

No último encontro, foi realizada uma revisão para reforçar que a luz branca é uma mistura de luz de todas as cores. Foi visto um vídeo com o experimento do disco de Newton, buscou-se relacionar o espectro eletromagnético a um conjunto de ondas, explicando que a frequência indica o número de vezes que a onda oscila por segundo, falamos também sobre as ondas de rádio, o raio X, o espectro visível, etc.

Foi feito uma comparação com a frequência, o período, o comprimento de onda e a energia dos fótons das ondas que compõem a figura 2 do capítulo anterior. Assim como, as cores que constituem o espectro visível. A seguir foi mostrado o vídeo de um objeto constituído por rede de difração formando um espectro.

Aos alunos também foram feitos os seguintes questionamentos: Já repararam na cor do céu? E como é possível ele apresentar tantas cores no decorrer do dia? o que faz com que o céu mude de cor? Porque o mar é azul mesmo a água sendo transparente? Foi possível, portanto utilizar o conhecimento dos fenômenos e propriedade vistos no decorrer das aulas anteriores. As imagens e os vídeos servem como exploradores e organizadores mentais, revelando de um modo específico o que ocorre em vários momentos na natureza.

5 RESULTADOS E ANÁLISE

O conteúdo que segue tem como objetivo esclarecer, neste documento, os mecanismos de análise pautados em dois macroargumentos, que são: a colaboração do site para o Ensino de Óptica, mostrando por meio de imagens audiovisuais, o quanto a interação entre conteúdo/aluno/docente é importante; os assuntos de Física e as contribuições para dissertação, em relação aos resultados das questões propostas no *Quiz.*

5.1 *Quiz* como recurso pedagógico

Apresentamos, nesta seção, os resultados das perguntas realizadas no *site* por meio do *Quiz* intitulado "Introdução a Óptica". Buscamos, por meio das respostas, verificar o desenvolvimento da aprendizagem do estudante.

Inicialmente participaram 36 alunos, que responderam as questões sem que tivessem realizado a leitura ao *site*, Tabela 3.

Tabela 3 - Resultado do *quiz* inicial

Turma: 2º Ano	Nº de estudantes	Porcentagem
Nota acima da meta (6,0)	8	22,2%
Nota abaixo da meta (6,0)	28	77,8
Total	36	100%

Ao final da aplicação deste Produto Educacional, a turma apresentou resultados satisfatório, nesta fase tivemos a abstinência de um aluno, Tabela 4.

Tabela 4 - Resultado do *quiz* final

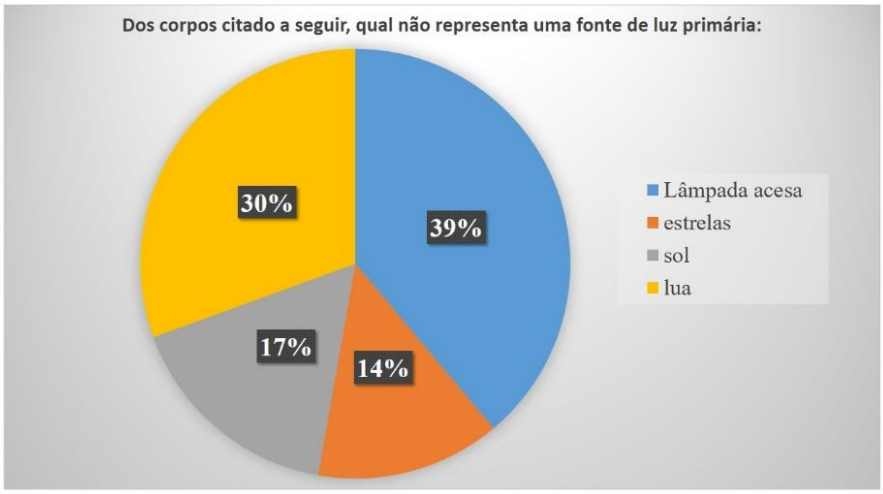
Turma: 2º Ano	Nº de estudantes	Porcentagem
Nota acima da meta (6,0)	32	91,4%
Nota abaixo da meta (6,0)	3	9,6%
Total	35	100

1ª Pergunta: Dos corpos a seguir, qual não representa uma fonte de luz primária: (a) Lâmpada acesa, (b) Estrelas, (c) Sol ou (d) Lua.

É possível perceber que a maior parte dos estudantes não possuíam a compreensão sobre fontes de luz, apenas 11 estudantes responderam de forma correta nesta fase inicial, 14

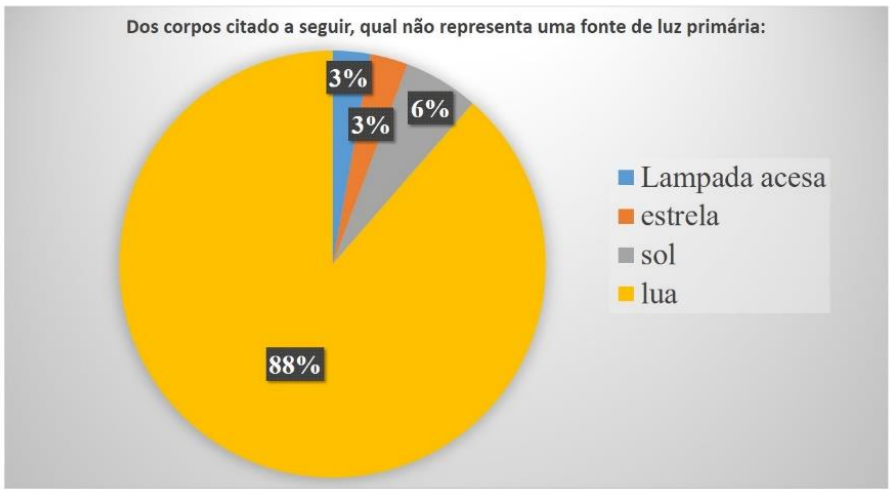
afirmaram que uma lâmpada acesa seria uma fonte de luz primária, 6 o sol e 5 as estrelas, conforme apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - 1ª questão do *Quiz* inicial



Após o desenvolvimento de todas as aulas 31 estudantes responderam corretamente, apenas um manteve a opção da lâmpada acesa como sendo uma fonte primária de luz, 1 a estrela e 2 o sol, Gráfico 2.

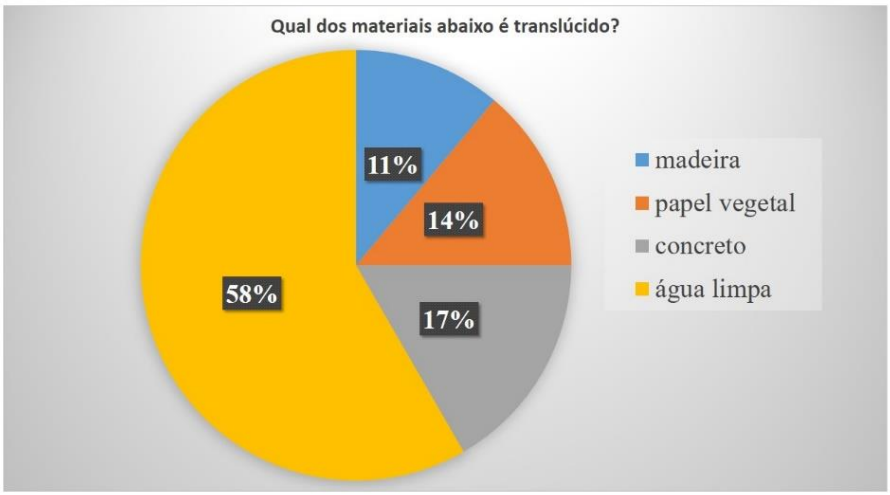
Gráfico 2 - Resultado da 1ª questão do Quiz final.



Observamos que uma parte expressiva dos estudantes, cerca de 88%, ativaram os subsunçores necessários para o entendimento sobre fontes de luz. O aumento de 30% para 88% é um resultado bem expressivo.

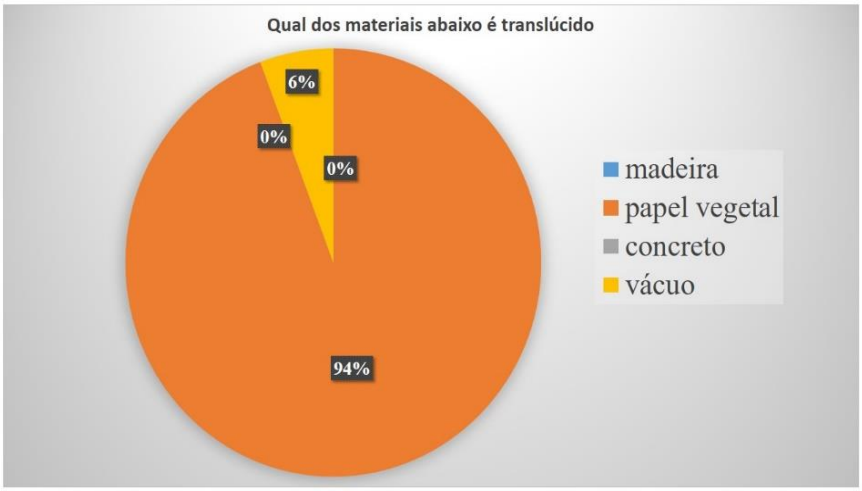
2ª Pergunta: Antes de comentar os meios de propagação da luz, observamos que a maior parte dos alunos já compreendia que no papel vegetal a luz não se propaga de forma bem definida, contudo percebe-se a falta de compreensão sobre o que seria um meio translúcido, uma vez que 6 marcaram que o concreto seria um meio translúcido, 5 o vácuo e 4 a madeira, Gráfico 3.

Gráfico 3 - 2ª questão do *Quiz* inicial



Decorrida as aulas, o resultado referente ao questionamento anterior mostrou que nenhum estudante marcou o vácuo ou a madeira como material translúcido permanecendo o papel vegetal com a maior parte das respostas. Isso nos leva a perceber um avanço sobre a compreensão do termo translúcido ao se referir a propagação da luz, Gráfico 4.

Gráfico 4 - Resultado da 2ª questão do *Quiz* final.



3ª Pergunta: Analise o texto seguinte:

Luz é energia radiante capaz de impressionar a retina de nossos olhos. É representada graficamente, em sua propagação, por linhas orientadas, denominadas raios luminosos. Atravessa sem dificuldade os meios transparente, não se propagando em meios opacos. É emitida por corpos denominados fontes luminosas, as quais podem ser pontuais ou extensas, conforme suas dimensões.

Responda:

(a) A luz é constituída por entes físicos denominados raios luminosos;

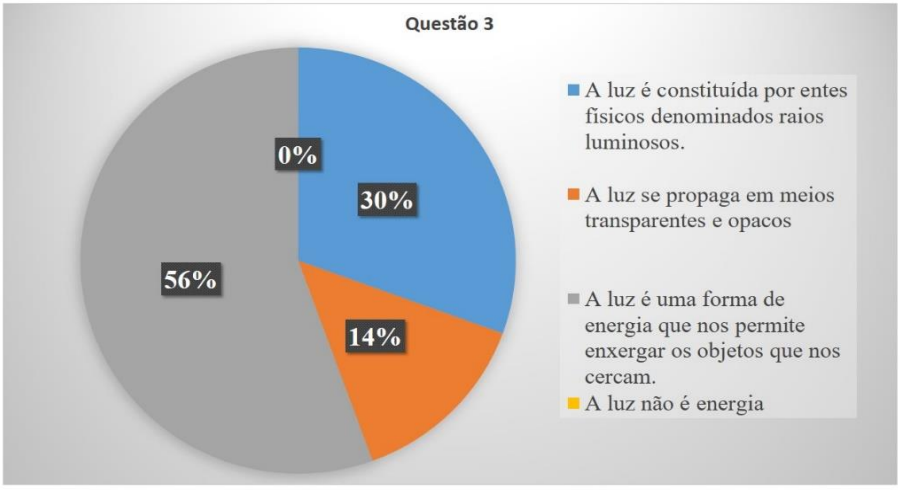
(b) A luz se propaga em meios transparentes e opacos;

(c) A luz é uma forma de energia que nos permite enxergar os objetos que nos cercam;

(d) A luz não é energia.

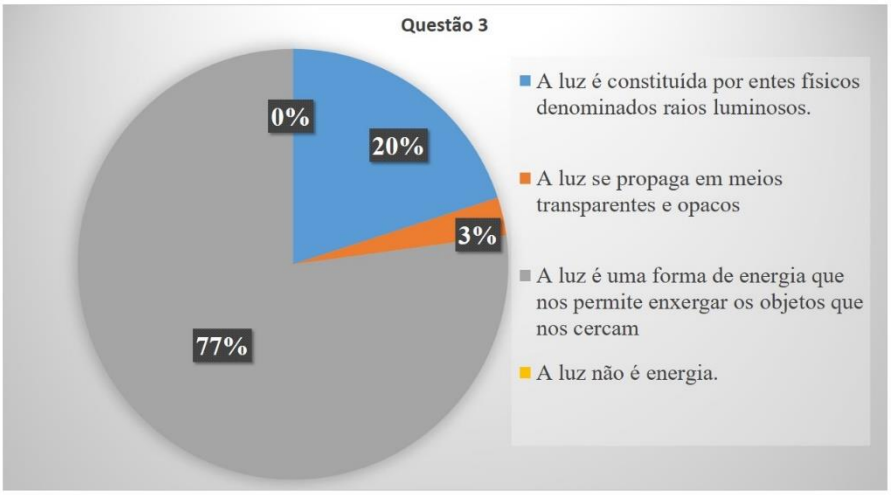
No Gráfico 5 nota-se que a maioria do estudante compreendem que a luz é uma forma de energia que nos permite enxergar os objetos que nos cercam, contudo 11 associam que a mesma é constituída por entes físicos chamados de raios luminosos e, dentre os 36 participantes deste *Quiz*, 5 que a luz se propaga em meios transparente e opacos, desconsiderando a informação trazida no texto.

Gráfico 5 - 3ª questão do Quiz inicial



No decorrer das aulas os alunos puderam assistir vídeos retratando a propagação da luz, com exemplos de experimentos com feixes de luz, consolidando e ajustando o pensamento sobre o tema. Sendo assim 27 responderam de forma satisfatória, 7 permaneceram com a ideia de que a luz é constituída por entes físicos denominados raios luminosos e apenas 1 que em meios transparentes e opacos a luz é propagada, Gráfico 6.

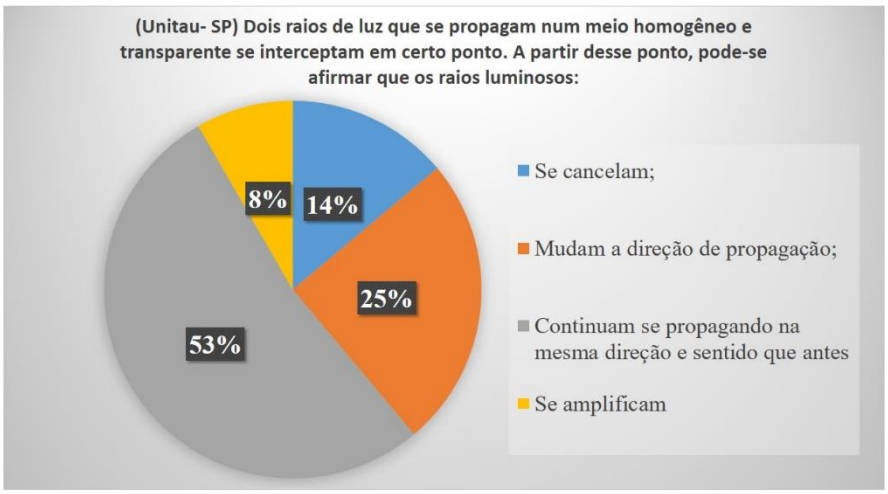
Gráfico 6 - Resultado da 3ª questão do *Quiz* final.



4ª Pergunta: (Unitau- SP) Dois raios de luz que se propagam num meio homogêneo e transparente se interceptam em certo ponto. A partir desse ponto, pode-se afirmar que os raios luminosos: (a) se cancelam; (b) mudam a direção de propagação; (c) continuam se propagando na mesma direção e sentido que antes; (d) se amplificam.

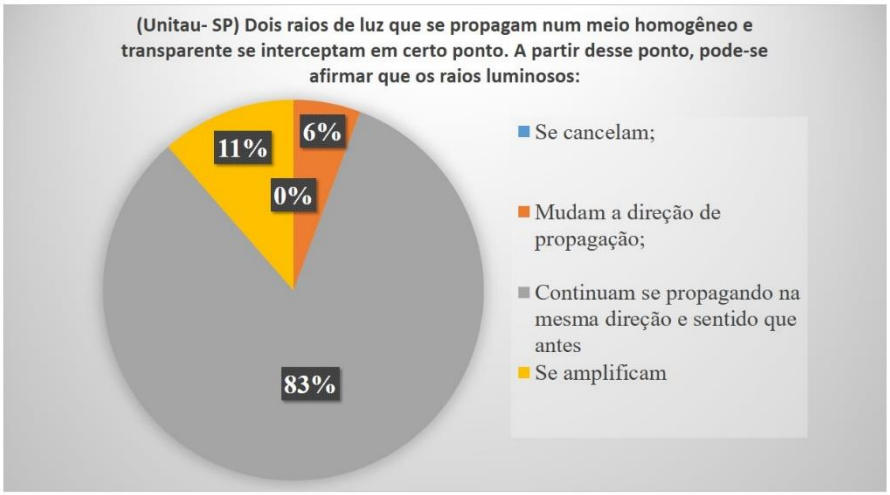
Observou-se que 53% da turma apresentaram o raciocínio correspondente ao princípio de independência dos raios, Gráfico 7. Havendo um avanço significativo no questionário final em que 83% dos estudantes compreenderam que os raios continuam a se propagar quando interceptados e seguem seus caminhos independentes um do outro.

Gráfico 7 - 4ª questão do *Quiz* inicial



Obteve-se 29 respostas satisfatórias, 4 optaram que se amplificam, 2 que mudariam a direção de propagação e nenhum aluno acreditou que se cancelariam, Gráfico 8.

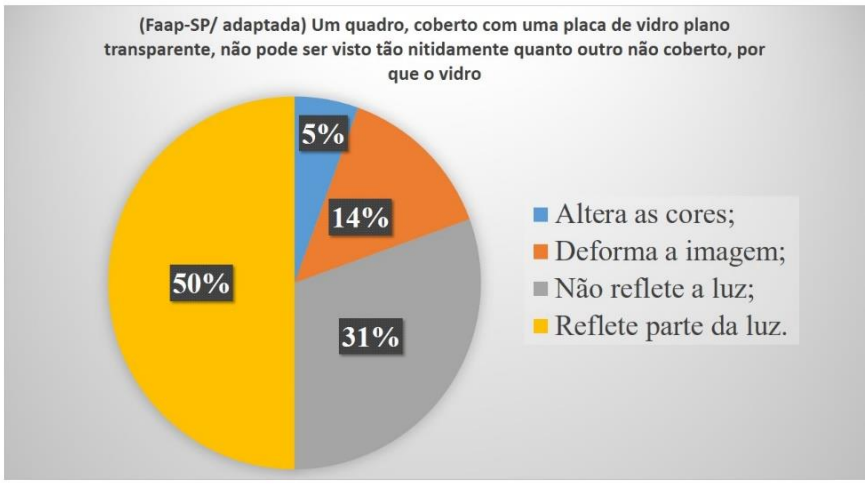
Gráfico 8 - Resultado da 4ª questão do *Quiz* final.



5ª Pergunta: (Faap-SP/ adaptada) Um quadro, coberto com uma placa de vidro plano transparente, não pode ser visto tão nitidamente quanto outro não coberto, por que o vidro: (a) Altera as cores, (b) Deforma a imagem, (c) Não reflete a luz ou (d) Reflete parte da luz.

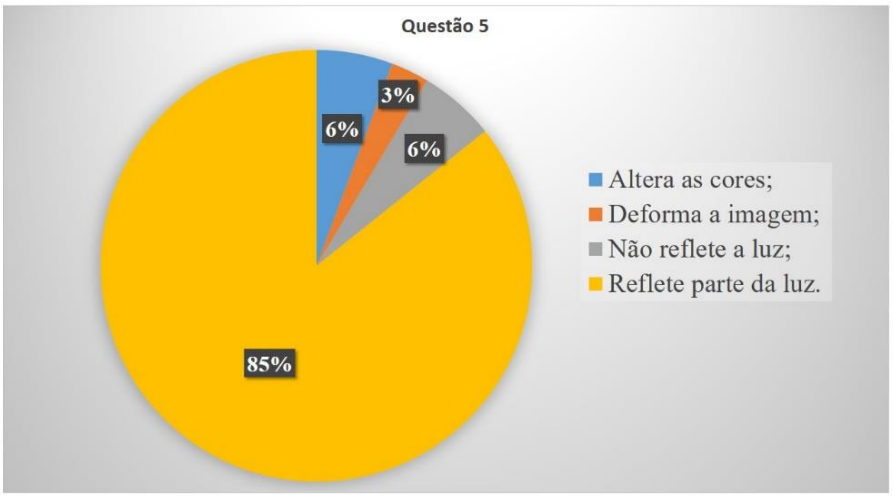
Antes da reflexão da luz ser discutida, metade da turma já apresentavam coerência sobre o processo de reflexão da luz, ou seja, compreensão de que a incisão luminosa sobre uma superfície refletora retornando ao meio de propagação inicial, Gráfico 9. Mas após a discursão, 85% dos estudantes indicaram a alternativa correta, Gráfico 10. Este aumento é expressivo e pode-se inferir que ocorreu um entendimento progressivo, uma vez que as novas informações interagiram com os subsunções, causando a formação de novos significados na estrutura cognitiva dos estudantes. Corroborando com a identificação do fenômeno em uma situação cotidiana.

Gráfico 9 - 5ª questão do *Quiz* incial



Sendo assim, 18 alunos responderam que se um quadro é coberto com uma placa de vidro plano transparente ele não pode ser visto tão nitidamente quanto outro não coberto, por que o vidro reflete parte da luz. Em contrapartida 11 alunos marcaram que a luz não reflete e 2 que as cores são alteradas.

Gráfico 10 - Resultado da 5ª questão do *Quiz* inicial.

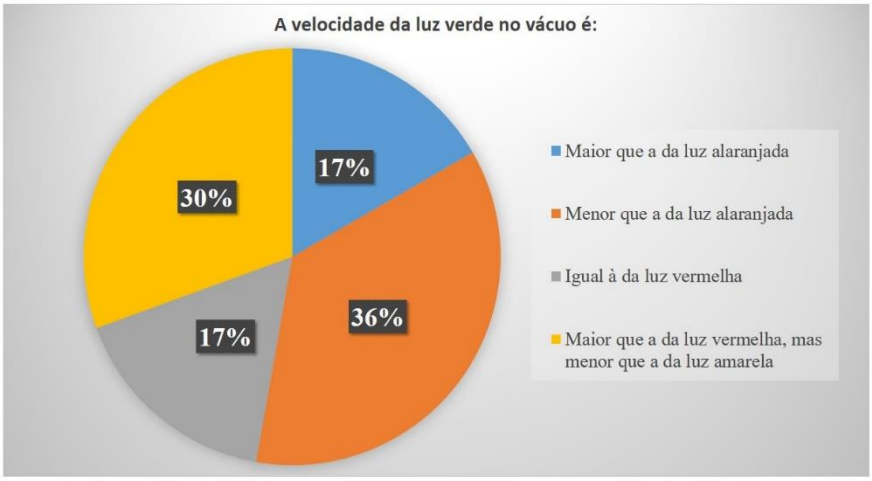


No gráfico 10 temos em porcentagem o resultado final dos estudantes, com 30 respostas corretas e as outras 5 divididas entre as demais opções.

6ª Pergunta: A velocidade da luz verde no vácuo é: (a) Maior que a da luz alaranjada, (b) Menor que a da luz alaranjada, (c) Igual à da luz vermelha ou (d) Maior que a da luz vermelha, mas menor que a da luz amarela.

Na primeira etapa do *quiz* apenas 6 estudantes marcaram que a luz verde teria velocidade igual a luz vermelha no vácuo, pois sendo o vácuo o meio onde não haverá refração da luz todas as cores se propagam com uma mesma velocidade, Gráfico 11.

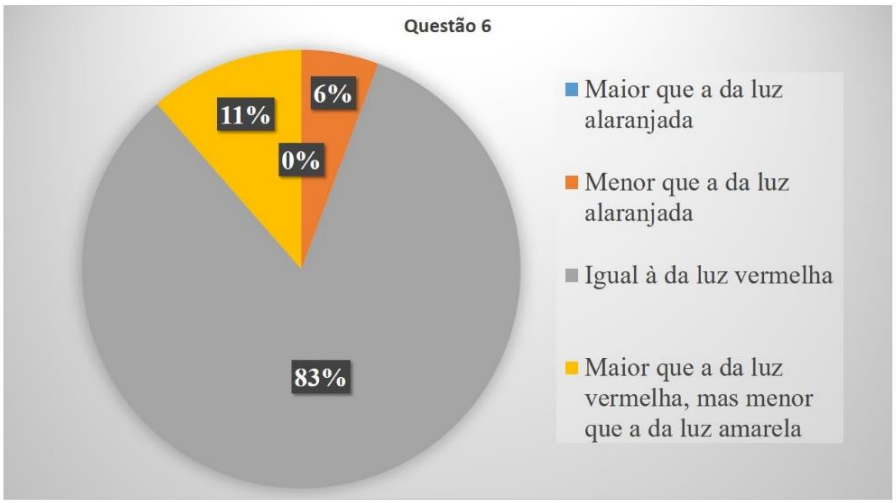
Gráfico 11 - 6ª questão do *Quiz* inicial



.

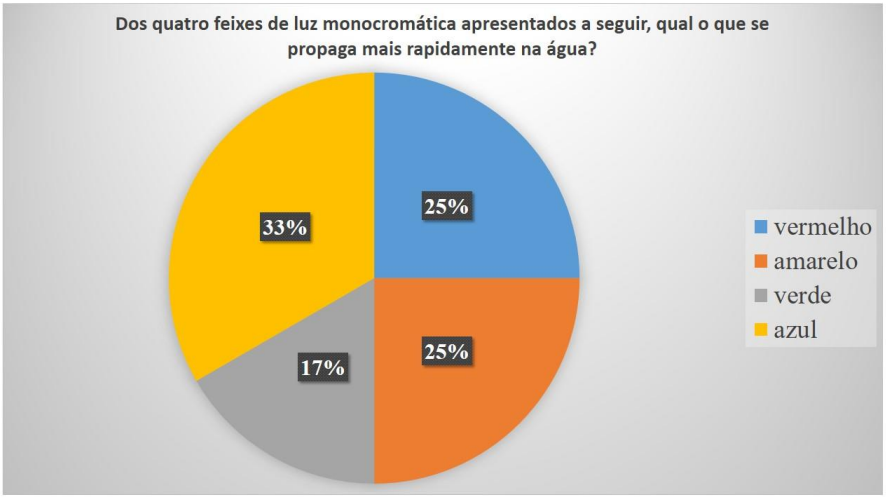
No *Quiz* final o resultado a essa questão foi satisfatórios pois obteve-se um quantitativo de 29 estudantes que escolheram a alternativa corretamente. Revelando um aumento considerável de acertos, Gráfico 12.

Gráfico 12 - Resultado da 6ª questão *Quiz* final



7ª Pergunta: Apenas 9 alunos marcaram que o feixe de luz vermelho é o que se propaga com mais velocidade na água, representando 25% da turma, Gráfico 13. O que revela que o conceito de refração da luz, ou seja, a mudança de velocidade do raio luminoso ao mudar de meio de propagação, não é compreendido adequadamente.

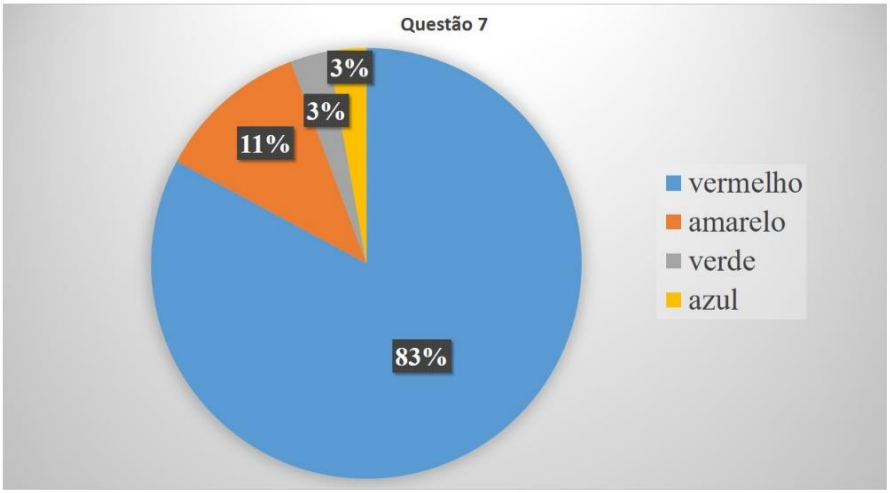
Gráfico 13 - 7ª questão do *Quiz* inicial



Nesse caso, ficou evidente a necessidade de novas discussões acerca da propagação da luz, para que ocorra ressignificação e reorganização da estrutura cognitiva dos estudantes. No 4º encontro, foi debatido e visto em sala alguns vídeos referentes a refração da luz contribuindo para uma melhor compreensão e desenvolvimento cognitivo.

Observamos após a aplicação da sequência didática, que a maioria dos estudantes considerou que a luz vermelha é a que se propaga com mais rapidez na água, Gráfico 14. Foi crucial o fenômeno do arco-íris na cachoeira observado no vídeo em sala. Resultado da dependência do índice de refração na água com o comprimento de onda da luz, pois a cor vista em um determinado raio angular corresponde ao comprimento de onda da luz o que permite que a luz vinda das gotículas daquele raio angular chegue aos olhos do observador. Como na água, o índice de refração é menor para a luz vermelha do que para a luz azul, a parte vermelha do arco-íris está a um raio angular levemente maior que a parte azul do arco-íris, logo o vermelho está no lado externo do arco-íris.

Gráfico 14 - Resultado da 7ª questão *Quiz* final



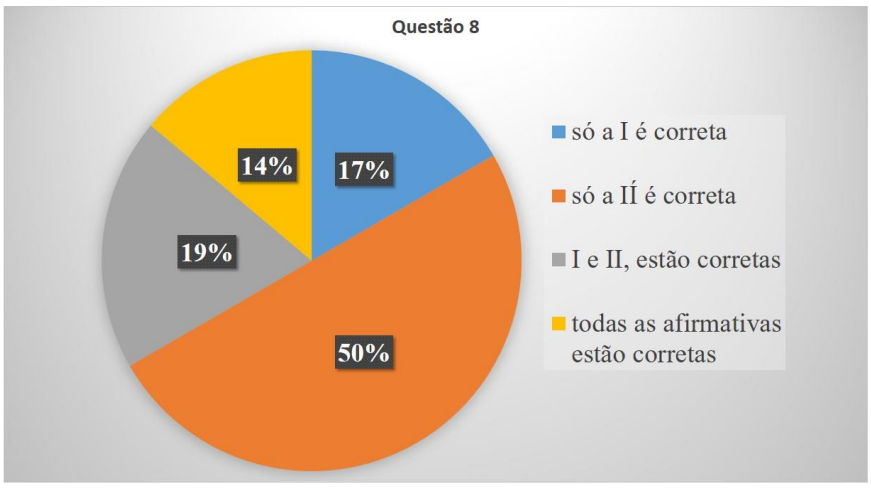
8ª Pergunta: Metade a turma escolheu a alternativa correta, contudo a outra metade revelou uma subdivisão nas escolhas do primeiro *Quiz*, na aplicação, Gráfico 15. Foi solicitado que considerando as afirmações I, II e III respondessem a mais apropriada.

I. No vácuo, a luz não se propaga.

II. No vácuo a luz se propaga em linha reta.

III. Em qualquer meio, a luz sempre se propaga em linha reta.

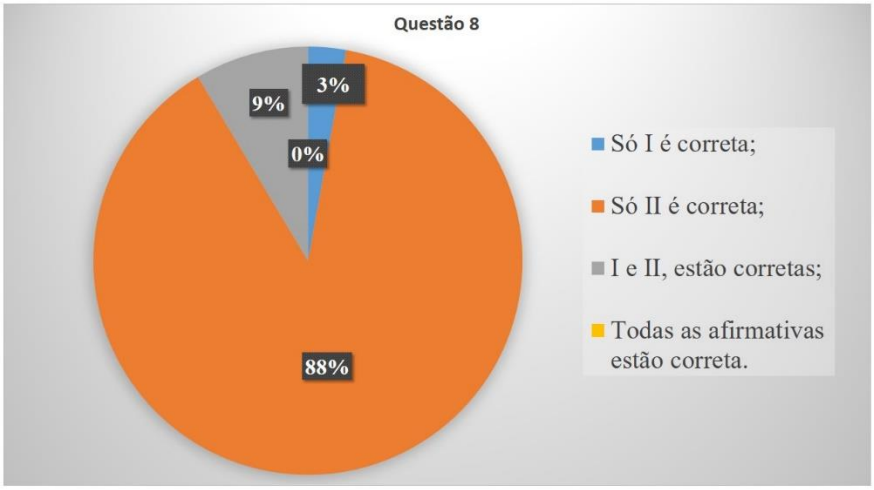
Gráfico 15 - 8ª questão *Quiz* inicial



Analisando os dados referentes ao Gráfico 15, observamos que 6 alunos marcaram que a luz não se propaga no vácuo sendo apenas afirmativa I correta, 5 alunos que consideraram todas as alternativas como corretas e outros 7 marcaram que I e II estavam corretas. Esses resultados evidenciam uma confusão sobre o fenômeno de propagação da luz. Após as

intervenções sobre este tema realizadas em sala obteve-se os resultados mostrados no Gráfico 16.

Gráfico 16 - Resultado da 8ª questão do *Quiz* final.



Houve um avanço considerável no número de respostas corretas, consequentemente uma melhora nos enganos cometidos pelos alunos. Ressalta-se que depois da aplicação com este material didático, nenhum estudante escolheu a opção que engloba todas as afirmativas a serem julgadas. O que demonstra maior reflexão e entendimento sobre a propagação da luz. Apenas 4 alunos, marcaram alternativas indesejadas. Nota-se uma melhoria significativa na resolução deste problema.

9ª Pergunta: Neste questionamento foi considerado as afirmações:

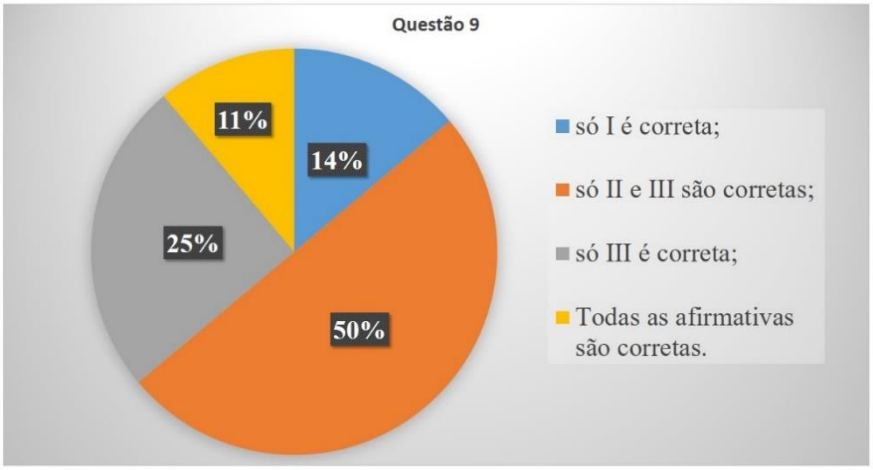
I. Nos meios heterogêneos ou opacos a luz se propaga em linha reta;

II. Todo meio transparente é homogêneo;

III. Cada raio de luz se propaga no meio, independentemente de qualquer outro raio.

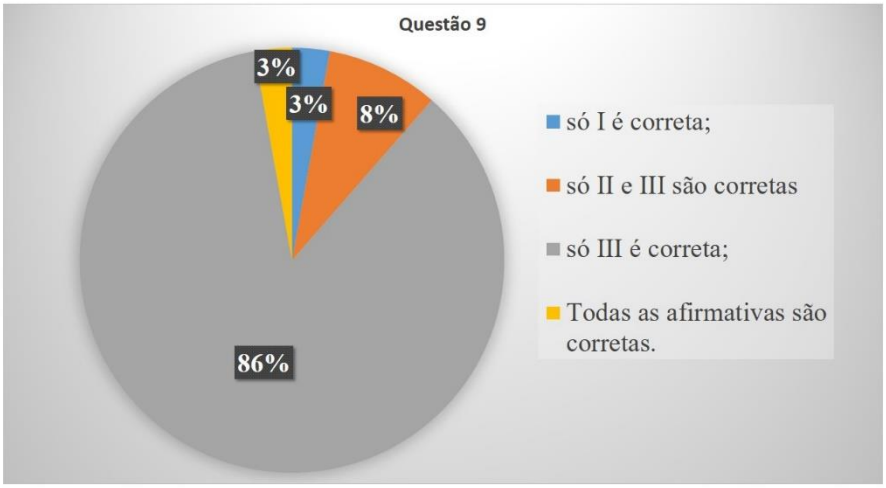
Observamos que metade dos estudantes marcaram que as afirmativas II e III seriam corretas (Gráfico 17), estando em parte corretos, pois de fato os raios de luz se propagam no meio de forma independente um do outro, contudo para que isso ocorra de forma retilínea o meio deve ser homogêneo e transparente, em que todos os pontos (lugares e direções) tenham a mesma propriedade e transparente, ou seja, que permita uma propagação regular da luz.

Gráfico 17 - 9ª questão do *Quiz* inicial



Verificou-se que apenas 25% da turma, 9 alunos optaram pela alternativa correta. Pelos Gráficos 17 e 18 é possível comparar as escolhas das demais assertivas antes e após a utilização do *site* com a sequência didática proposta.

Gráfico 18 - Resultado da 9ª questão do *Quiz* final.



O gráfico acima mostra uma apreciável diminuição no número de erros, pois apenas 5 estudantes escolheram alternativas equivocadas. Destes 1 optou pela ideia de que a luz se propaga em linha reta em meios heterogêneos ou opacos; 3 marcaram e opção II e III como corretas, o que não condiz pois nem todo meio transparente é homogêneo, como visto no vídeo do experimento sobre reflexão total da luz. Apenas 1 estudante marcou que todas estariam certa, que também é uma inverdade. Dos 35 que responderam a questão, 30 corresponderam com êxito apenas afirmativa III como resposta.

Os resultados dessa atividade mostraram que os estudantes após participarem das aulas encontraram conexões entre os subsunçores necessários para o avanço de uma melhor interpretação sobre fenômeno da propagação da luz em questão.

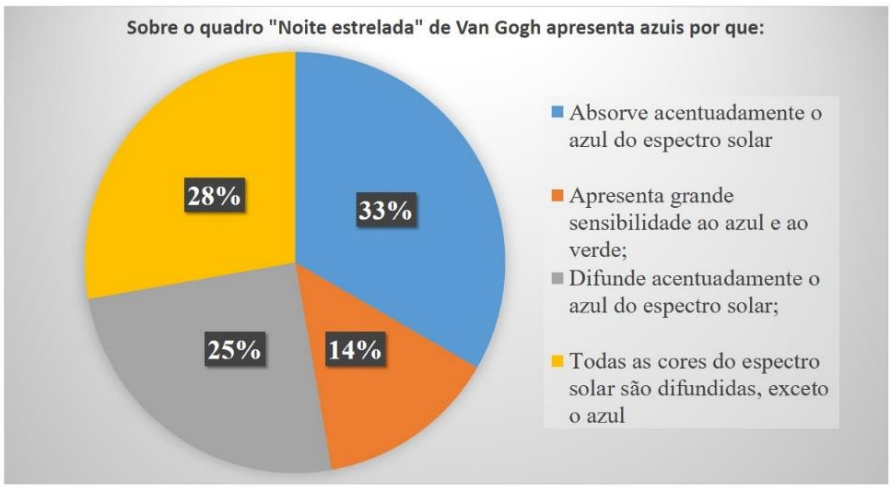
10ª Pergunta:

Sobre o quadro "Noite estrelada" de Van Gogh apresenta azuis por que:

a) Acentuadamente o azul do espectro solar
b) Apresenta grande sensibilidade ao azul e ao verde;
c) Difunde acentuadamente o azul do espectro solar;
d) Todas as cores do espectro solar são difundidas, exceto o azul**.**

Observamos que as respostas dadas pelos estudantes na primeira aplicação do *Quiz* refletem uma incompreensão dos fenômenos de absorção e reflexão da luz. A maioria entendia que o azul presente no quadro “noites estreladas” de Van Gogh se deve a absorção acentuada do azul do espectro solar, Gráfico 19. Apenas 25%, ou seja 9 alunos marcaram corretamente que o fenômeno se deve a difusão do azul, pois ele absorve todas as cores do espectro e reflete difusamente apenas o azul.

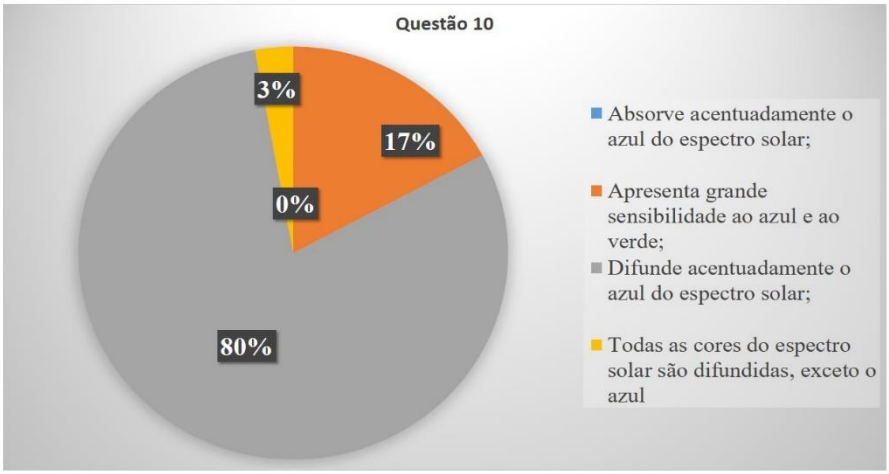
Gráfico 19 - 10ª questão do *Quiz* inicial.



A quantidade de energia refletida ou absorvida por um corpo está relacionada ao material que compõe e a frequência da luz inserida sobre ele. Dessa forma, pode ocorrer a reflexão de algumas cores e a absorção de outras. Durante o 5º encontro foi apresentado aos estudantes alguns dos elementos áudio visuais disponíveis no site desenvolvido sobre difusão e dispersão. Como pode-se verificar no Gráfico 20, há uma relevante melhoria da compreensão

sobre o assunto por meio das respostas corretas colhidas ao final da aplicação da sequência didática.

Gráfico 20 - Resultado da 10ª questão do *Quiz* final



Nessa fase final do *Quiz*, dos 35 alunos entrevistados 28 marcaram a alternativa desejada. O que mostra o bom desempenho causado pela aplicação deste produto educacional, de forma significativa e prática buscando contribuir para o ensino da óptica.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer desta dissertação discutiu-se sobre aprendizagem significativa, e também sobre uso da tecnologia em sala de aula, mais precisamente do desenvolvimento de um *site* como recurso tecnológico, bem como alguns tópicos de óptica geométrica que utilizamos para realização deste produto educacional.

Consideramos que seria importante produzir um *Quiz* que, possibilitasse de modo prático e dinâmico um diagnóstico do conhecimento dos estudantes sobre os fenômenos ópticos antes e depois da aplicação da sequência didática com o produto educacional desenvolvido.

Ao utilizar o *Quiz* para fins educacionais, percebemos que é possível adaptá-lo a diferentes intenções. A maioria dos *Quizzes* propostos no *Facebook* trazem temas que buscam atrair seus participantes com curiosidades e passatempos. Vale ressaltar que muito pouco ou quase nada eles acrescentam para evolução do conhecimento, principalmente em se tratando do ensino de física. Portando, pensamos em utilizar um *Quiz* com um objetivo diferente, adaptando-o para uma demanda de avaliação da aprendizagem de conhecimentos específicos da óptica.

Um recurso que geralmente era direcionado à distração, neste trabalho ganha uma nova perspectiva, a verificação de aprendizagem. O estudante, ao ser questionado, tenderá a pensar nos conhecimentos vividos durante as aulas ministradas. Neste produto, não pretendemos eliminar a essência de agir dos professores, muito pelo contrário, pois ao promover o uso das TIC's, buscamos apenas implementar recursos educacionais que contribuíssem para um aprendizado baseado em processos reflexivos. Concordamos com Freitas (2010, apud SILVA, 2018, p. 3) "Não se trata de abandonar as práticas tradicionais existentes, mas agregá-las aos novos modos de se praticar a tecnologia digital", ou seja, empregar a tecnologia em outros contextos.

Ao dialogar em aula sobre a luz, notou-se que alguns alunos adotaram um pensamento reflexivo sobre o tema que antes para eles era apenas um acontecimento, hoje são fenômenos repletos de significados.

Seus resultados mostraram-nos que houve uma expressiva melhora na compreensão de conceitos e prática de observação. Durante a mediação em sala foi crucial a predisposição dos alunos em aprender sobre o novo assunto e estarem ativos no processo de ensino e aprendizagem, com indagações, observações, etc.

O desenvolvimento do *site,* que contém alguns tópicos sobre a luz, em todos eles a presença de vídeos com experimentos, outros com observações de fenômenos, ilustrações ou exemplos, a fim de facilitar a compreensão do fenômeno. Sua estrutura foi feita com base na sequência de aulas desenvolvidas. Buscamos facilitar a localização de materiais para os estudantes pudessem "navegar" por ele, organizadamente. Os vídeos e figuras foram distribuídos de acordo com conteúdo abordado contendo breve explicação sobre cada um deles.

A aplicação do produto educacional desenvolvido nos permitiu observar que o uso das TDICs no ambiente escolar provoca o interesse e o engajamento dos estudantes. Compreendemos que o professor precisa incluí-las como meio de pesquisa e aprimoramento, valorizando-as não como fim, mas contextualizando-as na e para educação. Entendemos como essencial a existência de recursos que facilitem uma aprendizagem dinâmica e significativa de física e que estimulem a capacidade dos alunos.

Consideramos que uma grande vantagem das aulas tradicionais, em que o aluno tem papel passivo no processo de ensino e aprendizagem, consiste no fato da mensagem ser anunciada ao mesmo tempo, para todos. Contudo, a dificuldade na criação do conhecimento encontra-se no processamento e interpretação que ocorre ao não considerar as aptidões de cada aluno. Diferente do que acontece quando se dispõe, quando se desenvolve e recria os conteúdos, com a presença de um professor mediador, pois, muito do que se compreende vem das etapas que ele prepara. Está nas mãos do docente a escolha desse material e a forma que irá aplicá-lo. Daí a importância da autorreflexão do "saber" e "saber fazer" que permeia a ação do educador, que busca atualizar-se perante as mudanças que o Brasil tem vivido.

Convivemos com a geração digital desenvolvida com o advento da *Internet*. Sendo assim, é importante que a utilização das mídias digitais para melhoria de suas aulas, tornando a tecnologia favorável à partilha virtual de conhecimentos.

Compreendemos que a despeito dos resultados obtidos pelas respostas ao *Quiz,* antes e depois da aplicação da sequência didática, não podemos garantir que houve uma aprendizagem significativa, conforme apregoa a teoria ausubeliana. Todavia, entendemos que a melhora significativa observada se deve ao interesse e ao engajamento dos estudantes devido a dois elementos, primeiro a escolha de materiais potencialmente significativos e segundo devido ao método de exposição dialógica, baseada em questionamentos, escolhido para a intervenção.

Outro aspecto que pode ser melhorado nesse produto refere-se à possibilidade de identificar os resultados do *Quiz* por aluno, de forma a compreender a evolução de cada um, ou

mesmo de atuar de forma mais específica a partir do diagnóstico, ou seja, da primeira aplicação do *Quiz*.

Alimentamos o desejo de ampliar os conteúdos disponibilizados neste *site*, como produzir experimentos, criar uma equipe de ciências na escola formada por alunos que tenham disponibilidade e interesse para produzir e buscar novos vídeos, acrescentar sugestões de livros e filmes sobre óptica ampliando a acessibilidade visual. Atingir outras áreas da física, como mecânica, eletricidade, com novos mecanismos de aproximação entre o conhecimento, o professor e seus estudantes na sala de aula. Desejamos que esta pesquisa tenha instigado reflexões e contribuições para fortalecimento de uma aprendizagem significativa.

REFERÊNCIAS

A BÍBLIA Sagrada. 120. ed., São Paulo: Ave Maria Edições, 1998**.**

ANJOS, Ivan Gonçalves dos. **Física para o Ensino Médio**, volume único. 2ª ed., São Paulo, 2005.

AUSUBEL, D. P.; **A aprendizagem significativa:** a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

BUARQUE, Francisco, AMBROSIA,Maria, **Ciências e cotidiano**. 1ª ed., Recife,2015.

Disponível em: < https://super.abril.com.br/mundo-estranho/um-saco-plastico-com-agua-realmente-afasta-moscas/> Acesso em: 02/01/2020. Um saco plástico com água realmente afasta moscas? texto adaptado.

Disponível em: < https://www.pensador.com/frase/MTk2ODUxNQ/> Acesso em: 23/11/2020. Dedicatória.

HEWITT, Paul G. **Física conceptual.** 10. ed. Pearson Educación, México, 2007.

HALLIDAY, D; RESNICK, R; WALKER, J; BIASI, R. S. **Fundamentos de Física**, volume 4: óptica e física moderna. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

Halliday, David, Robert Resnick, and Jearl Walker. "**Fundamentos de Física**, vol. 4: óptica e física moderna." Livros Técnicos e Científicos Editora (2009): 25.

HECHT, E. **Optics**. 5. ed. Harlow: Pearson Education, 2017.

HELERBROCK, Rafael. "Índice de refração"; *Brasil Escola*. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/fisica/indice-de-refracao.htm. Acesso em 21 de junho de 2020.

KENSKI, V. M. **Tecnologias e tempo docente**. Campinas, SP: Papirus, 2014.

LEVY, P. **Cibercultura.** Trad. Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 2010.

_____. **O que é virtual.** São Paulo: Ed.34, 1996.

MORAES, U. C. (org.). **Tecnologia Educacional e Aprendizagem:** o uso dos recursos digitais. São Paulo: Livro Pronto, 2008.

MOREIRA, M.A.; MASSONI, N.T. **Noções básicas de Epistemologias e Teorias de Aprendizagem como subsídios para a organização de Sequências de Ensino-Aprendizagem em Ciências/Física**. Editora Livraria da Física, 2016.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro.** São Paulo: Ed. Cortez, 2004.
NÓVOA, A. **"Profissão: docente"**. Entrevista concedida via e-mail ao repórter Paulo Camargo. Revista Educação, n. 154, 2011 Disponível em: <http://revistaeducacao.uol.com.br/textos/ 154/artigo234711-1.asp>. Acesso em: 04 jun. 2018.

SERWAY R. A.; JEWETT J. W. **Physics for Scientists and Engineers**. 6. ed. Thomson Brooks: Cole, 2004.

SILVA, Cláudio Xavier da, FILHO Benigno Barreto, **Física aula por aula**, vol.2, 1ª ed. São Paulo, 2008.

YOUNG, Hugh D., Roger A. FREEDMAN, and A. Lewis FORD. "Sears e Zemansky, Física II*." Óptica e Física Moderna* (2009).

APÊNDICE A – QUIZ

1. Dos corpos citados a seguir, qual não representa uma fonte de luz primária:

( ) Lua
( ) Sol
( ) Lâmpada acesa
( ) Estrelas

2. Qual dos materiais abaixo é translúcido?

( ) Madeira
( ) Papel vegetal
( ) Concreto
( ) Água

3. Analise o texto seguinte:

   "Luz é energia radiante capaz de impressionar a retina de nossos olhos. É representada graficamente, em sua propagação, por linhas orientadas, denominadas raios luminosos. Atravessa sem dificuldade os meios transparente, não se propagando em meios opacos. É emitida por corpos denominados fontes luminosas, as quais podem ser pontuais ou extensas, conforme suas dimensões."

   Resonda:

( ) A luz é constituída por entes físicos denominados raios luminosos
( ) A luz se propaga em meios transparentes e opacos
( ) A luz é uma forma de energia que nos permite enxergar os objetos que nos cercam.
( ) A luz não é energia

4. (Unitau- SP) Dois raios de luz que se propagam num meio homogêneo e transparente se interceptam em certo ponto. A partir desse ponto, pode-se afirmar que os raios luminosos:

( ) Se cancelam;
( ) Mudam a direção de propagação
( ) Continuam se propagando na mesma direção e sentido que antes
( ) Se amplificam

5. (Faap-SP/ adaptada) Um quadro, coberto com uma placa de vidro plano transparente, não pode ser visto tão nitidamente quanto outro não coberto, por que o vidro:

( ) Altera as cores
( ) Deforma a imagem
( ) Não reflete a luz
( ) Reflete parte da luz.

6. A velocidade da luz verde no vácuo é:

( ) Maior que a da luz alaranjada
( ) Menor que a da luz alaranjada
( ) Igual à da luz vermelha
( ) Maior que a da luz vermelha, mas menor que a da luz amarela

7. Dos quatro feixes de luz monocromática apresentados a seguir, qual o que se propaga mais rapidamente na água?

( ) Vermelho
( ) Amarelo
( ) Verde
( ) Azul

8. Considere as afirmações:

I. No vácuo, a luz não se propaga.
II. No vácuo, a luz se propaga em linha reta.
III. Em qualquer meio, a luz sempre se propaga em linha reta.

( ) Só I é correta
( ) Só II é correta
( ) I e II estão corretas
( ) Todas as afirmativas são corretas

9. Considere as afirmações

I. Nos meios translúcidos e opacos a luz se propaga em linha reta;
II. Todo meio transparente é homogêneo

III. Cada raio de luz se propaga em um meio, independentemente de qualquer outro raio.

Tem-se:

( ) Só I é correta

( ) Só II e III são corretas

( ) Só III é correta

( ) Todas as afirmativas são corretas.

10. Sobre o quadro "Noite estrelada" de Van Gogh apresenta azuis por que:

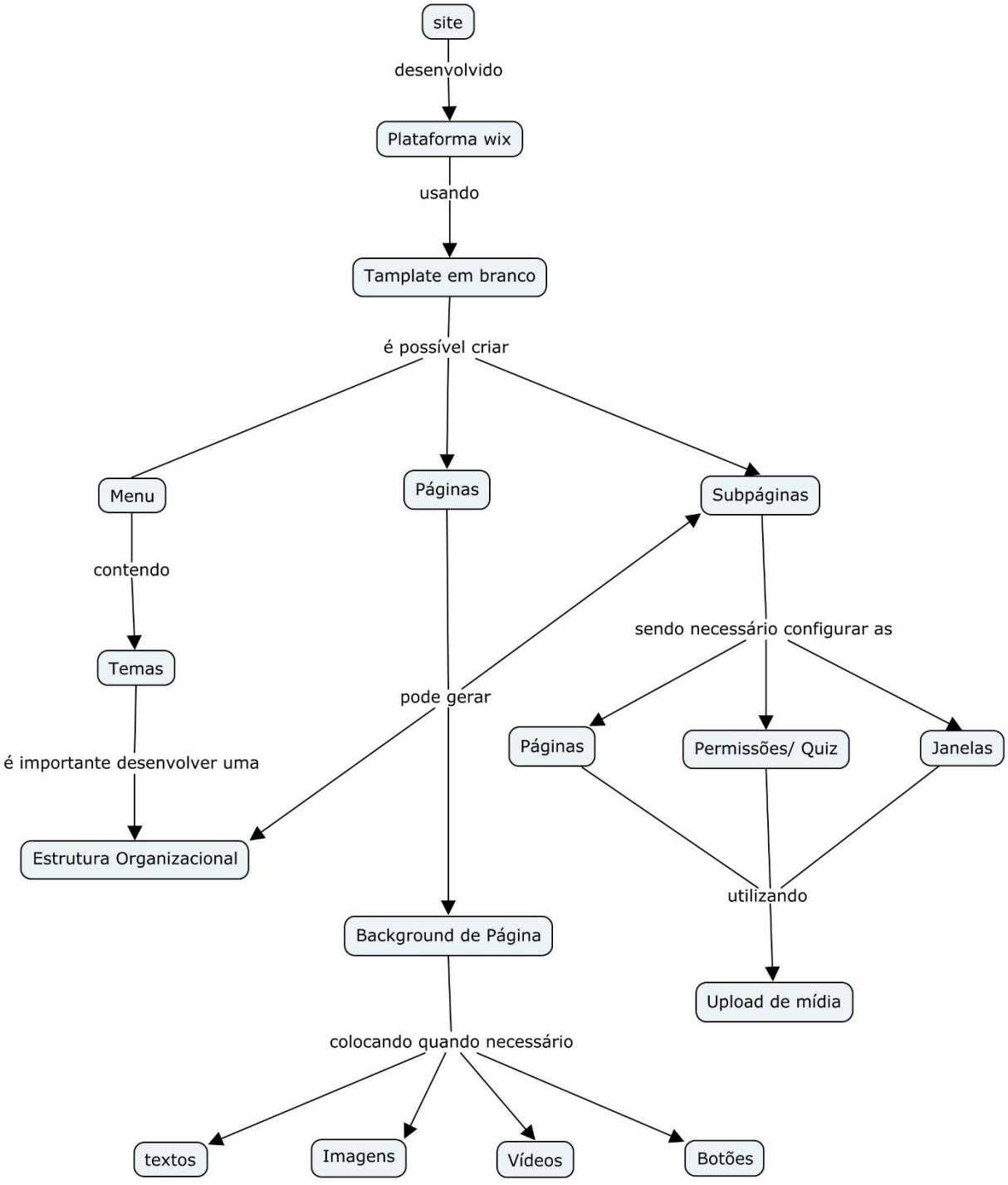
( ) Acentuadamente o azul do espectro solar

( ) Apresenta grande sensibilidade ao azul e ao verde;

( ) Difunde acentuadamente o azul do espectro solar;

( ) Todas as cores do espectro solar são difundidas, exceto o azul**.**

APÊNDICE B – INFOGRÁFICO COM FERRAMENTAS DE ESTRUTURAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.



APÊNDICE C – PRODUTO EDUCACIONAL

INTRODUÇÃO A ÓPTICA: uso da tecnologia contribuindo para o ensino de física

Anita da Conceição Duarte Xavier.

Orientador: Prof.ª. Dr.º João Francisco de Freitas.

Coorientadora: Prof.ª Dr.ª Kátia Calligaris Rodrigues.

Caruaru-PE

2020

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 − Tela de entrada do *Quiz* 79
Figura 2 − Janela Inicial 80
Figura 3 − Exemplo de questão 80
Figura 4 − Para exibir as opções em ordem diferente para cada participante. 81
Figura 5 − Imagem de configuração. 82
Figura 6 − Imagem configuração- opções avançadas 82
Figura 7 − Perguntas. 83
Figura 8 − Menu publicar. 84
Figura 9 − Utilização do *Quiz.* 85
Figura 10 − Imagem da página inicial do site 86
Figura 11 − tamplate em branco 87
Figura 12 − Imagens para construção do menu. 87
Figura 13 − Backgroud de página. 88
Figura 14 − Upload de mídia 88
Figura 15 − mudança do design da página 89
Figura 16 − Tela inicial 89
Figura 17 − Menu óptica 90
Figura 18 − Estrutura organizacional 91
Figura 19 − Imagem para apagar página criada 91
Figura 20 − Configurações de página 92
Figura 21 − Configuração Permissões 93
Figura 22 − Introdução a óptica 93
Figura 23 − Adição de texto 94
Figura 24 − Imagem wix 94
Figura 25 − Adição de vídeo 95
Figura 26 − Conhecimentos básicos 95
Figura 27 − Adicionar botão de texto. 96
Figura 28 − Modificar design do botão 96
Figura 29 − Renomear janelas 97
Figura 30 − Fontes de Luz. 98
Figura 31 − Propagação da Luz 99
Figura 32 − Princípios da Óptica Geométrica + QRCode para acesso. 100

Figura 33 − Propriedades da Luz 101
Figura 34 − Alterar botão ícone 102
Figura 35 − Escolha de imagem 103
Figura 36 − Ajustes para imagem/filtro 103
Figura 37 − Colocação de link 103
Figura 38 − Link para janela 104
Figura 39 − Refração 104
Figura 40 − Reflexão 105
Figura 41 − Caleidoscópio 105
Figura 42 − Difusão 106
Figura 43 − Difusão da água 106
Figura 44 − Refração 107
Figura 45 − Vídeo experimental 108
Figura 46 − O espectro de Luz e as cores. 108
Figura 47 − Animação para o Quiz 109
Figura 48 − Link para janela. 109

SUMÁRIO

Prezado Professor 74
1.*Quiz* 75
2.Site 82
Referências 106

Prezado Professor,

Este material é constituído pela criação de um *site* e um *Quiz* (jogo de respostas), voltados para óptica, com olhar direcionado a linha de pesquisa "Processos de Ensino Aprendizagem, Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino de Física". Apresentamos a seguir o desenvolvimento de um *Quiz* referente aos conteúdos vivenciados em sala. Acessível pela *internet* por meio do *site* desenvolvido que foi o instrumento norteador para as aulas ministradas, e juntos visam contribuir para um melhor aprendizado estudantil.

O *Quiz* busca facilitar o processo avaliativo, servindo como diagnóstico sobre a aprendizagem adquirida, pois, foi aplicado no início e final de uma sequência de aulas sobre óptica. O *site* contém conhecimentos introdutórios de óptica, esquematizado propositalmente para facilitar a aquisição do conhecimento. Seguiu a ideia de que os temas abordados devem obedecer um nível gradual de conhecimento favorecendo para uma Aprendizagem Significativa. Este manual busca colaborar com professores que tenham interesse em aplicar estes produtos em classe, ou até mesmo desenvolver outros *sites* pela plataforma *wix* [7]para outras áreas da física.

Tendo em vista ascensão digital e a dificuldade de muitos professores de física por materiais pedagógicos interessantes, este produto foi desenvolvido. Direcionado ao conhecimento de óptica, traz vídeos de experimentos e fenômenos sobre o tema com explicações das imagens direcionadas ao conteúdo, ilustrações e conceitos. Trata-se de um recursos que colabora com a propagação do saber.

A seguir apontamos os passos para o desenvolvimento do *Quiz* e do *site*, bem como os conteúdos por eles abordados.

[7] Plataforma de criação de sites.

1. QUIZ

Encontramos frequentemente na *web* como questionários, com assuntos variados. Na maioria das vezes para respondê-lo é necessário que o usuário acesse a um determinado *site*. Neste material, o *Quiz* representa um recurso pedagógico, com uma proposta rápida e simples, para que professores de física tenham um parecer da aprendizagem obtida por meio das respostas de seus alunos. Lembramos que não é apenas o uso de perguntas e respostas que constituem uma boa avaliação estudantil, mas o decorrer de todo processo de aprendizado demonstrados durante as aulas. O *Quiz* é um mecanismo que quantifica essa evolução. Por isso foi aplicado no início e na finalização das aulas realizadas com a utilização do *site* desenvolvido.

Por ser considerada a rede social mais acessada nos últimos anos e também compatível com o objetivo avaliativo do questionário o "*Quiz* para *facebook*"[8] foi a plataforma usada para sua criação e posteriormente empregado no *site* de óptica.

Franco (2012) diz que: "[...] um processo de socialização, algum tipo de interação coletiva e social, presencial ou virtual, que pressupõe a partilha de informações, conhecimentos, desejos e interesses" (FRANCO, 2012, p. 17). Dependendo do objetivo de aula o *Quiz* pode ser compartilhado nas redes sociais. O que não é o objetivo deste trabalho. Por tanto, concentramos nossa avaliação com os estudante do 2º ano do ensino médio, a fim de modernizar o tradicional questionário diagnóstico comumente utilizado em pesquisas.

Figura 1-Tela de entrada do *Quiz*

[8] Disponível em: < https://quiz-app.co/> Acesso em 11 de jan.2020

Na Figura 1, temos a tela inicial do *Quiz* desenvolvido pela plataforma gratuita do *wix*, a Figura 2 mostra a janela introdutória para respondê-lo.

Figura 2 -Janela Inicial
Fonte: https://canaltech.com.br/…/faca-o-seu-proprio-quiz-do-face…/

A Figura 3 tem-se uma das questões propostas pelo *Quiz.*

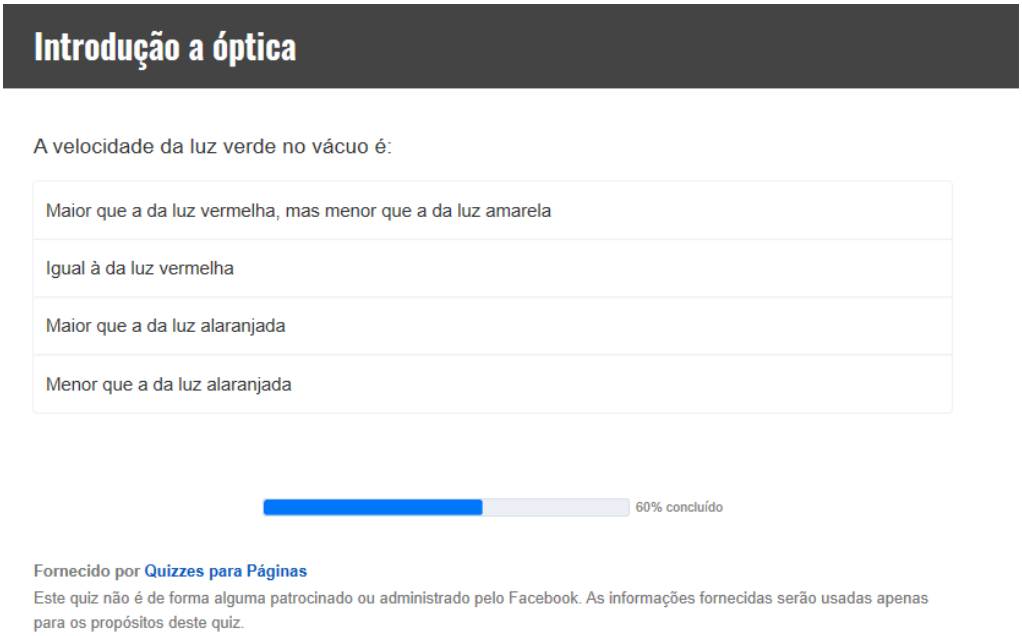


Figura 3: Exemplo de questão

A criação do *quiz* ocorreu pelo *link*, <https://quiz-app.co/changes-to-the-quiz-app/>, sendo necessário uma conta comum de usuário no *facebook*. Foi facilmente iniciada pelo botão *get started now* localizado ao final da página mencionada anteriormente.

Essa plataforma indica dois tipos de quizzes: personalidade e conhecimento. Para este trabalho foi selecionado o segundo. A tela inicial expõe as configurações básicas e avançadas de modo simples e claro.

As sequências das alternativas propostas nas questões, são apresentadas em ordem diferente cada vez que o *Quiz* for respondido, para isso foi marcado durante seu preenchimento *Colocar as opções em ordem aleatória*. Como mostrado na Figura 4.

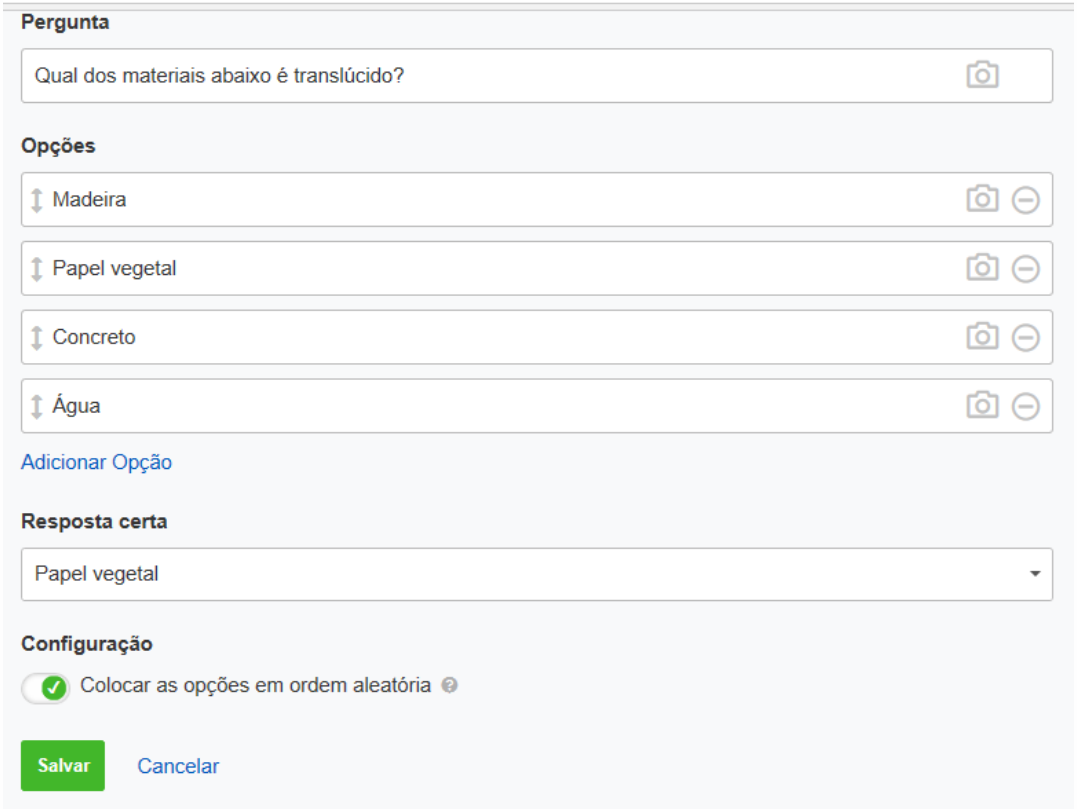


Figura 4: Para exibir as opções em ordem diferente para cada participante.

Nas configurações básicas temos os dados de apresentação, ou seja, a frase de abertura, bem como os agradecimentos e a mensagem de término colocada em *"Quiz* encerrada": O *quiz* está encerrado agora. Obrigado por sua participação! (Figura 5).

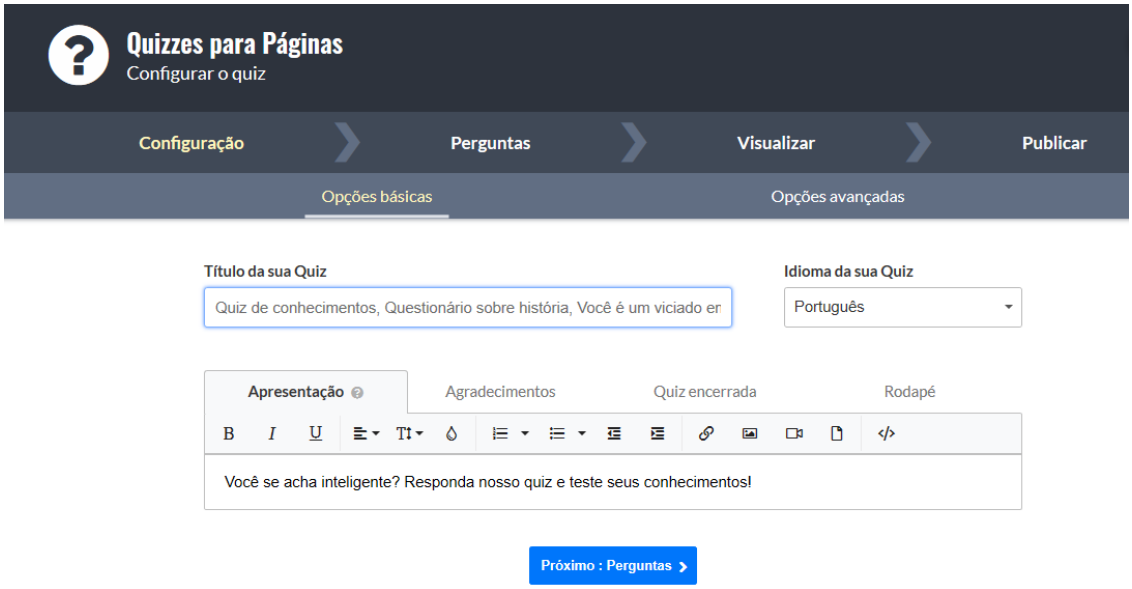


Figura 5: Imagem de configuração.

A figura 6, revela a janela para configurações avançadas:

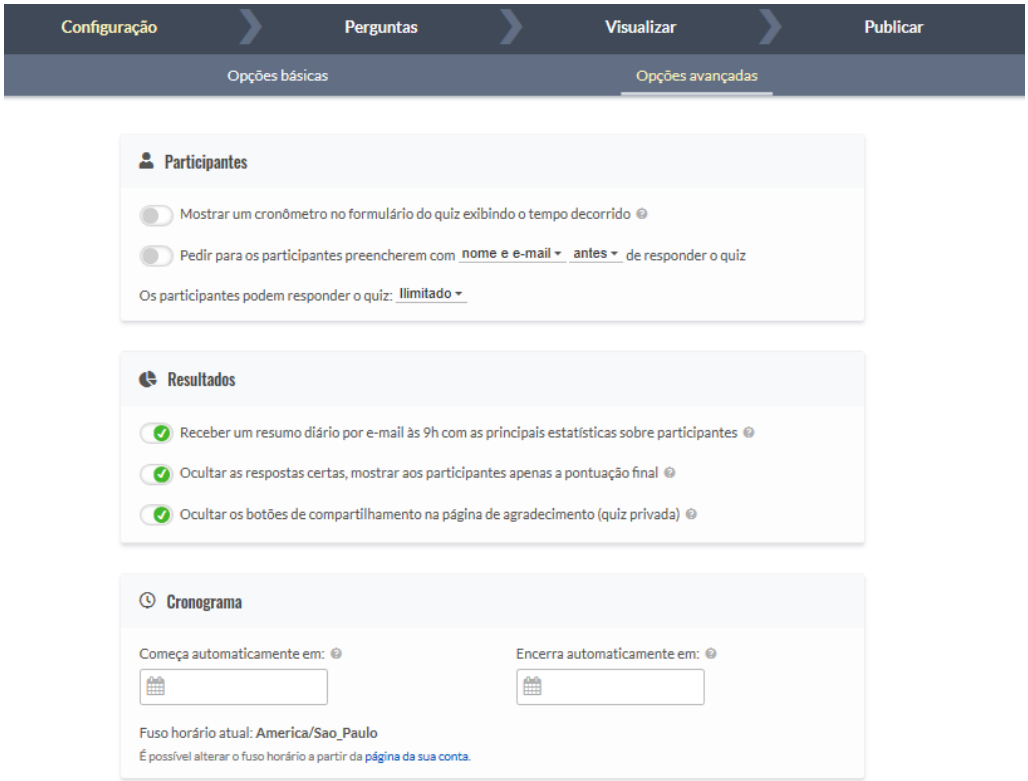


Figura 6: Imagem configuração- opções avançadas

Em *Participante* nenhuma opção foi selecionada. Já em *Resultados*, todas foram assinaladas. Vejamos a importância de cada uma delas:

- Receber um resumo diário por e-mail às 9h com as principais estatísticas sobre participantes; ou seja, enviado um por dia para cada novas respostas ao *Quiz*,
- Ocultar as respostas certas, mostrar aos participantes apenas a pontuação final; se essa opção não fosse marcada, a cada questão que o estudante errasse seria dado a ele a resposta correta, o que não é interessante pois seu objetivo neste produto é avaliar quantitativamente o aprendizado ante e após o conjunto (aulas/ *site*).
- Ocultar os botões de compartilhamento na página de agradecimento (*Quiz* privada); pois inicialmente desejou-se aplicar a *Quiz* apenas para os estudantes.

Em *cronograma*, é preenchido o período de início e de término para exposição do questionário, o que não foi necessário neste *quis*, *ou seja*, nada foi selecionado.

Voltando ao *menu* foram colocados: as *Perguntas*, as alternativas e as respostas corretas, para que ao final os acertos pudessem ser contabilizados, Figura 7.

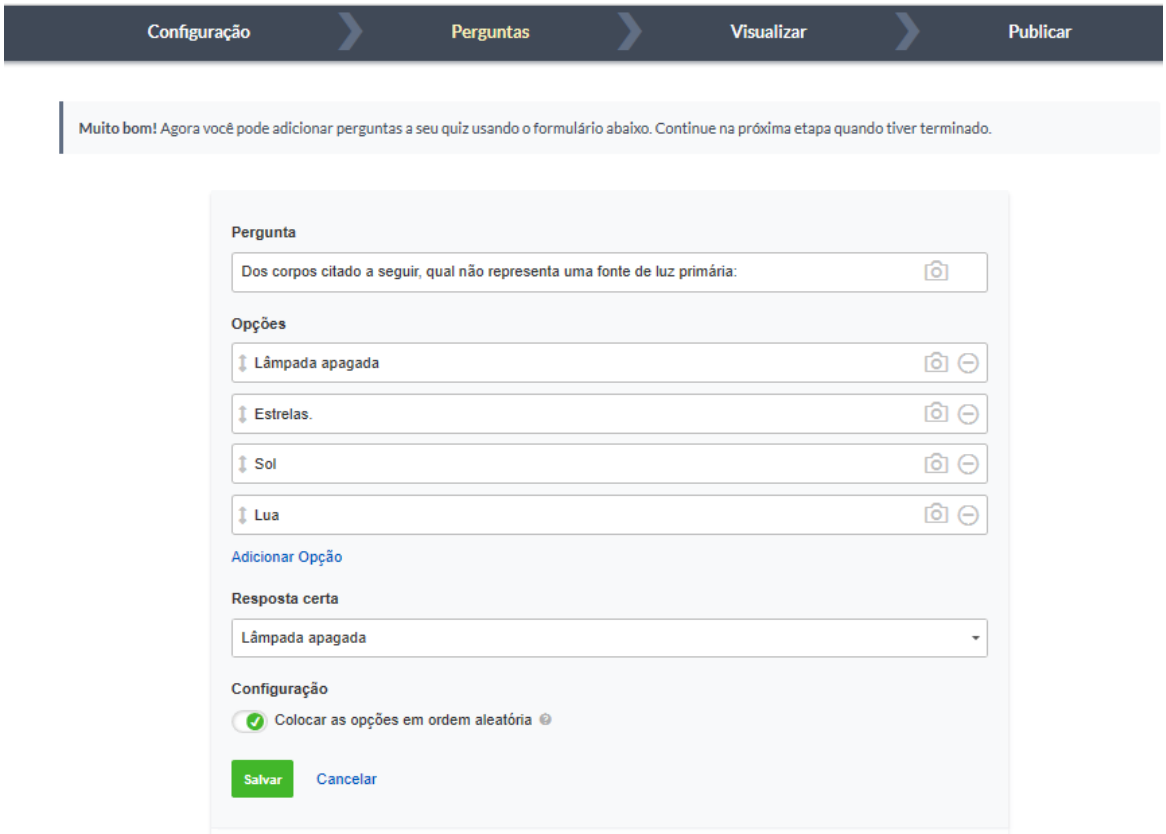


Figura 7: Perguntas.

Ao realizar o preenchimento de cada questão, as informações foram salvas e assim seguiu-se adicionando as demais perguntas.

A plataforma, possibilita a visualização de como está ficando o *Quiz* e de anexar imagens as questões. Tanto para as perguntas como para as alternativas. Clica-se na imagem da câmara localizada ao final da linha *Perguntas*, Figura 7.

Após o preenchimento de todas as questões, seguimos em *Publicar* no *Menu.* Nesta sessão foi colocada a imagem de um prima que ficará exposta caso o *Quiz* seja compartilhado no *Facebook.* Utilizou-se a URL circulada em vermelho na Figura 8 para ser adicionada ao *site* desenvolvido neste produto educacional.

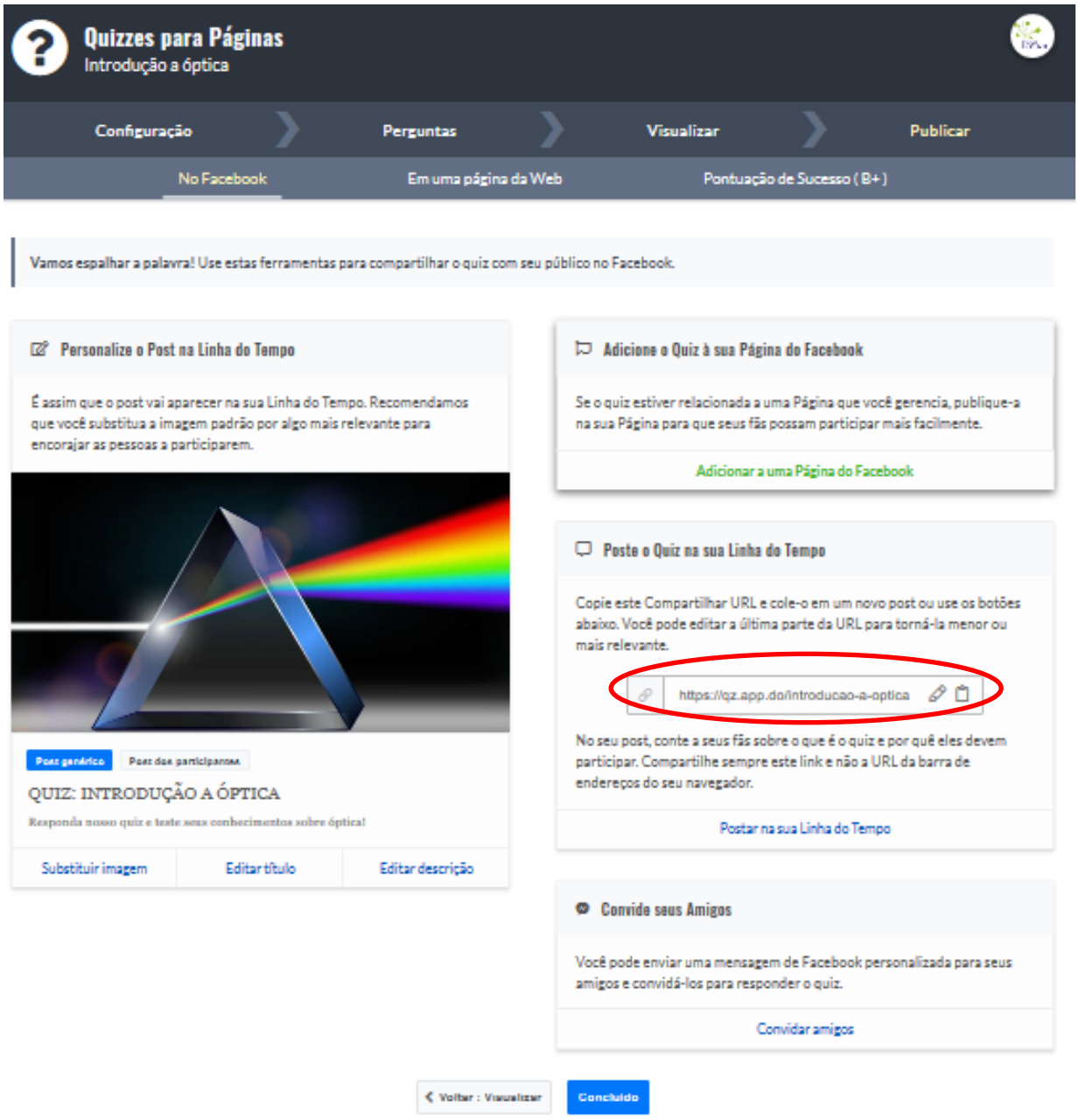


Figura 8: Menu publicar.

Ao responder o *Quiz*, o aluno participante pode acompanhar o quanto faltava para conclui-lo. Ao final é exibido o total de acertos obtidos juntamente com a mensagem colocada nas configurações *Opções básicas*, em *Agradecimentos* colocamos: "As pessoas podem tirar tudo de você menos o seu conhecimento." (Albert Einsten) Você fez {right} de {total}.

Todos os participantes tiveram suas respostas salvas e utilizadas na verificação de aprendizagem, em dois momentos para este trabalho. Podem ser acessadas pelo *Facebook* ou pelo *email* de cadastro realizado no site *"quizzes para facebook"*.

Em *todos os seus quizzes*, na parte *Resultados*, foi catalogado a quantidade de respostas/participantes e a quantidade de resposta para cada alternativa proposta. Na figura 9, o *Quiz* estava em processo de teste, pode-se ver um cadeado indicando que ele ainda não estava disponível para os estudantes. Essa plataforma disponibiliza um total de 40 resultados gratuitamente. Para pesquisas com um quantitativo maior de participantes a plataforma propõe pacotes variados com valores para pagamento.

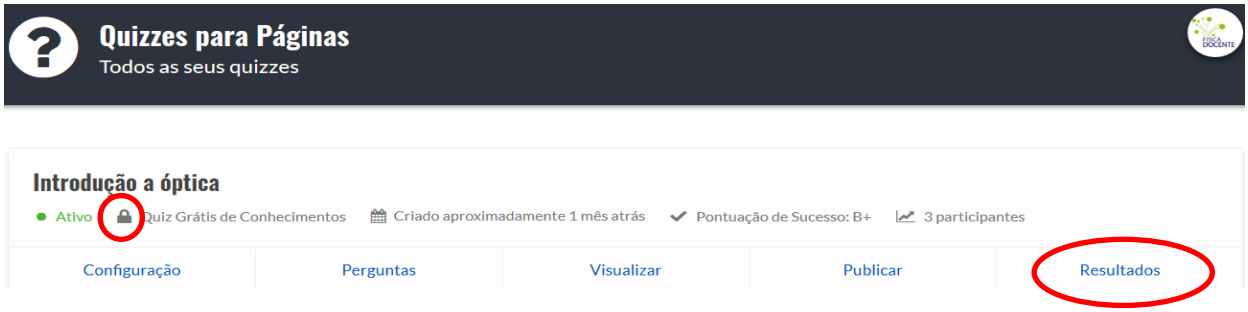


Figura 9:Utilização do *Quiz.*

De acordo com Piaget a aprendizagem está relacionada ao processo de assimilação, acomodação e equilibração do conhecimento. Os esquemas cognitivos que são construídos organizam a visão de mundo do indivíduo.

Em sala de aula os esquemas mentais também acontecem quando observa-se a relação aos conteúdos escolares e a capacidade em resolver problemas. Pela perspectiva cognitivista há um constante desenvolvimento mental, do qual o estudante é ativo no processo de aprendizagem. Desse modo, o *Quiz* e os questionamentos feitos em sala buscam instigar o aluno voltando memórias a fim de resolver o problema.

2. SITE

O *site* é composto por vídeos, imagens e textos explicativos de acordo com os conteúdos de óptica trabalhados em sala. No menu encontra-se o ícone que direciona o estudante ao *Quiz.*

Temos na Figura 10, a apresentação do *site*. O *menu* que permanece presente durante a exploração das outras sessões e permite ao usuário voltar a tela de início sempre que precisar. Nela, há uma breve apresentação sobre o produto com o texto da tela inicial “Seja bem-vindo!”. O *menu* é formado por: introdução a óptica, conhecimentos básicos, princípios da ótica geométrica, propriedades da luz, espetro da luz e as cores. Também foi colocado à disposição as referências utilizadas no conteúdo exposto.

Figura 10: Imagem da página inicial do site
Fonte: https://anitacdx.wixsite.com/optica

O *site* foi desenvolvido pela plataforma *wix*, disponível gratuitamente por meio do endereço < https://pt.wix.com >. Foi necessário realizar o cadastro e criar uma conta com um endereço de *e-mail*. O acesso também pode ser realizado pelo *login* do *Facebook*. Apesar do *wix* disponibilizar vários *tamplates*[9], para este *site* foi empregado o modelo “em branco”. Como mostra a janela da Figura 11.

[9] Modelos estruturais, com design já definido pela plataforma.

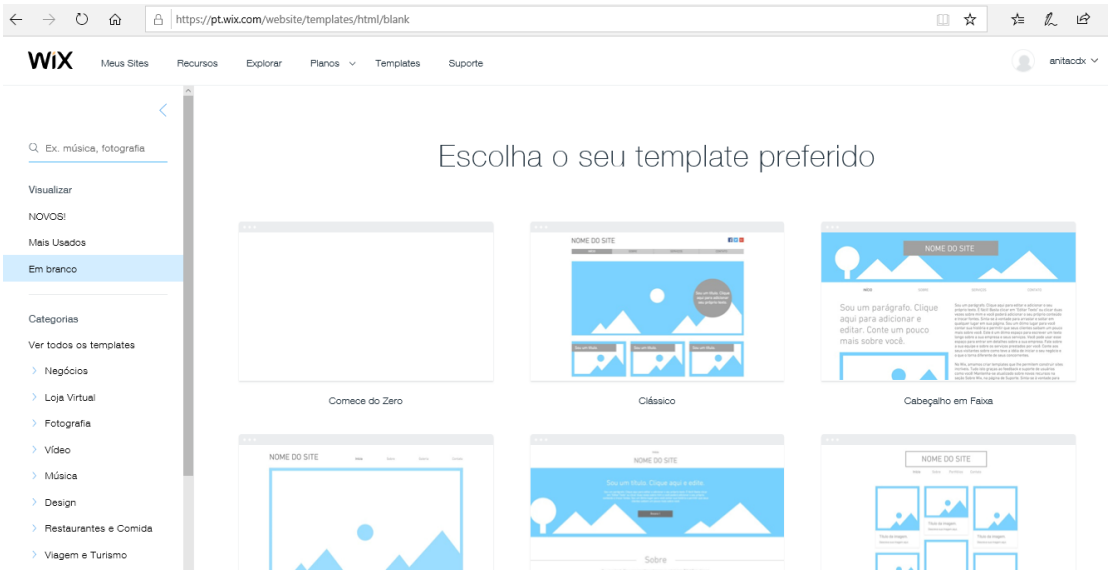


Figura 11: tamplate em branco

Escolhemos o modelo *clássico*. Iniciando sua criação pelo cabeçalho, foi alterado a cor para uma tonalidade escura. Adicionado as imagens com os símbolos da SBF, UFPE, MNPEF, o prisma e o nome Óptica. Para isso foi utilizado a barra de funções do *wix* localizada no lado esquerdo. Deletou-se as caixas de texto, bem como as imagens que não eram necessárias na página. Para digitar o *menu* apresentado, foi dado um clique sobre ele, em seguida *gerenciar menu*, onde foi adicionado as páginas principais que estão expostas pelas palavras: início, óptica, *Quiz* e referencias. E deletadas as palavras: sobre, serviço e contato, conforme podemos ver na Figura 12.

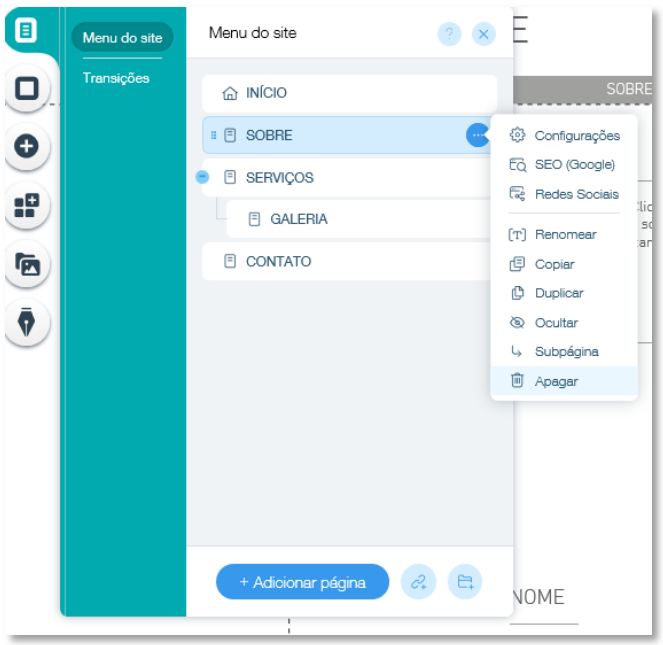


Figura 12: Imagens para construção do menu.

Para alterar o tamanho do *menu* foi dado um clique sobre ele e puxando-o pela seta. A alteração da cor e formato foi realizada pela função *design*. Neste trabalho, foi utilizado um *menu* horizontal com tonalidade avermelhada. Em *personalizar design* foi modificado: o tamanho, o tipo e cor da letra do *menu* assim como toda sua apresentação.

Feito o cabeçalho e com o menu já construído, seguimos incrementando a página Início. Trocou-se o *backgroud* da página com a opção de *Imagem* marcada com círculo vermelho na Figura 13, realizou-se um *upload de mídia*, isto é, utilizamos uma imagem já salva no computador. Desse modo, ela também ficou armazenada entre as imagens do site.

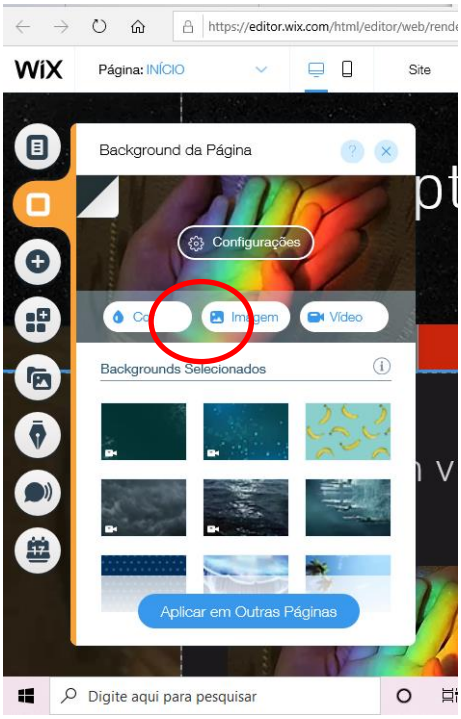


Figura13: Backgroud de página.

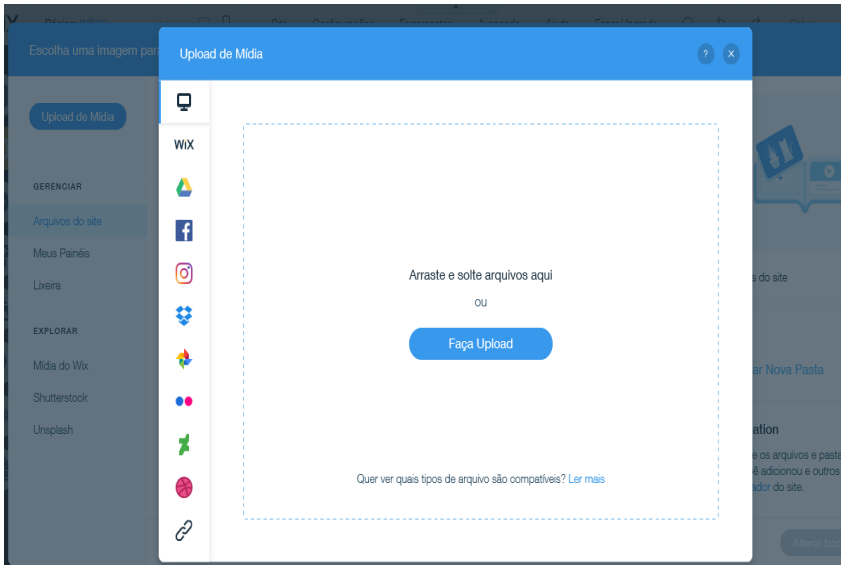


Figura 14: Upload de mídia

A imagem salva nesse momento foi a das cores do arco ires na mão de uma criança, Figura 14, que também foi usada como figura de fundo. Para escrever o texto modificamos o design da página e colocamos a cor preta, Figura 15.

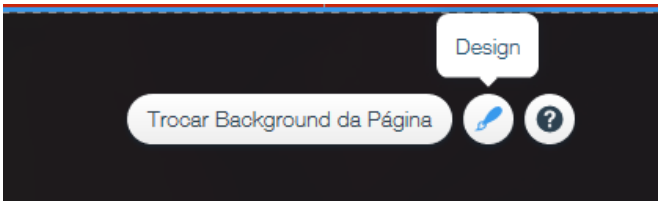


Figura 15: mudança do design da página

Ainda nessa página adicionamos: 3 caixas para texto, por meio dos botões situados a esquerda e a mesma imagem do espectro na mão da criança. Desse modo, a tela de início tem uma breve apresentação sobre o Produto Educacional, Figura 16.

> Seja bem-vindo!
>
> Você está acessando um produto educacional digital voltado para área da física, com ênfase na óptica. Desenvolvido para estudantes do Ensino Médio. Que vem buscando auxiliar professores e alunos por meio de uma série de vídeos sobre o estudo da luz, além de um *Quiz* (questionário online) avaliativo.

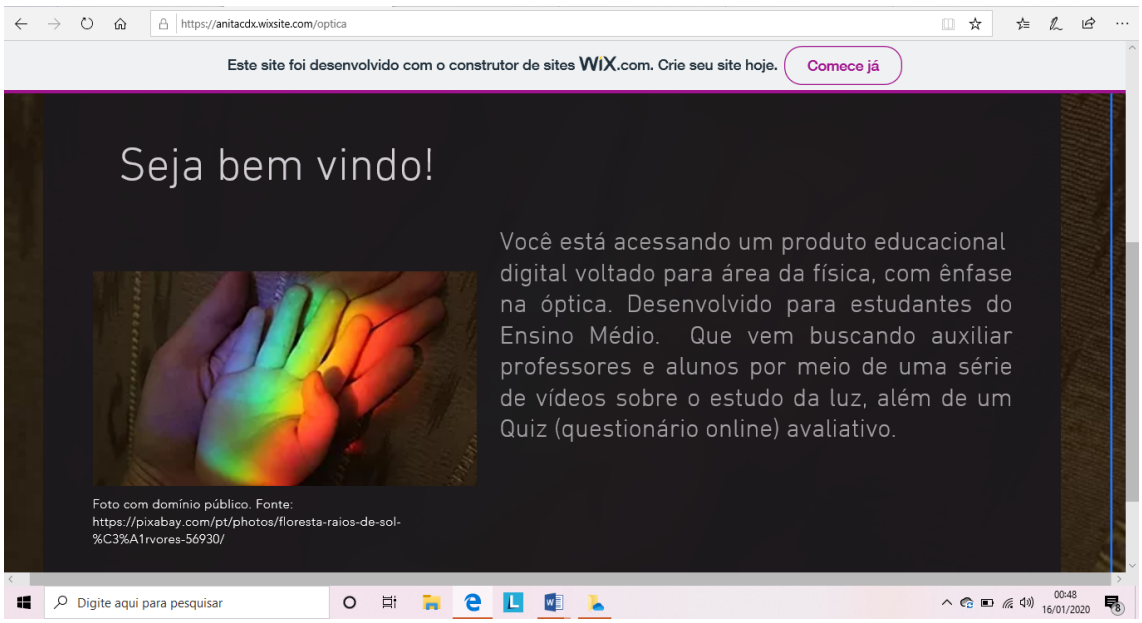


Figura 16: Tela inicial
Fonte: https://anitacdx.wixsite.com/optica

É importante frisar que, este *website* apresenta sua estrutura desenvolvida a partir da subdivisão dos conteúdos do *menu* (Figura 17) da seguinte forma:

INÍCIO (página de apresentação-Quem Somos)

ÓPTICA: Introdução à Óptica

Conhecimentos básicos (fontes de luz, propagação da Luz)

Princípios da Óptica Geométrica (Princípio da Propagação Retilínea da luz, Princípio da Independência dos Raios de Luz, Princípio da Reversibilidade da Luz.)

Propriedades da Luz (Absorção, Refração, Reflexão, Difusão, Dispersão)

Espectro da lua e as cores

QUIZ (Jogo de perguntas)

Quiz final (verificação de aprendizagem)

REFERÊNCIAS

Nessa subdivisão, para cada conteúdo dito anteriormente adicionamos um ou mais vídeos e próximo deles um botão *Veja mais* contendo explicações físicas.

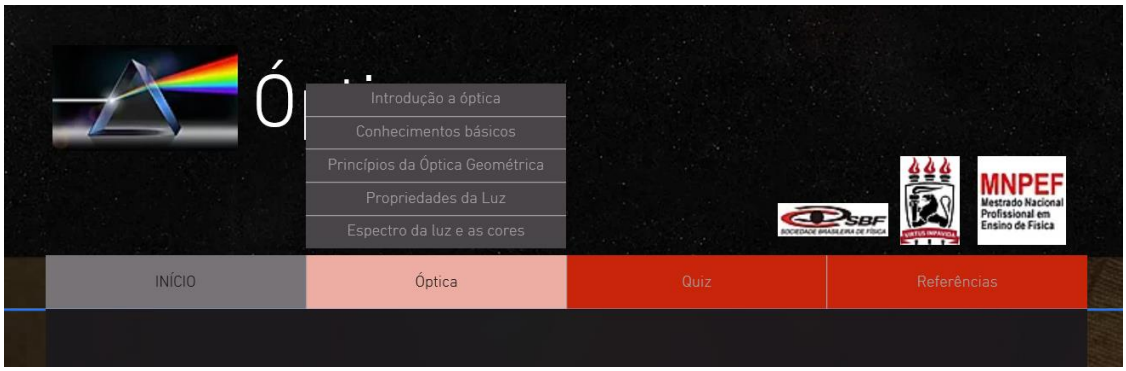


Figura 17: Menu óptica
Fonte: https://anitacdx.wixsite.com/optica

Para que o menu se apresentasse como na Figura 17, direcionamo-nos para o lado esquerdo da tela no botão *menu* e *páginas*, Figura 18, com ele criamos não apenas as páginas necessárias ao site como também a organização de suas respectivas subpáginas[10].

Na figura 18 temos a mesma estrutura anterior, porém agora frisaremos algumas observações, por exemplo: a palavra INÍCIO tem o desenho de uma casa, pois sempre que um usuário clicar sobre ela voltará a página inicial do *site*. Em óptica, um outro desenho, com suas subdivisões, que representam uma página desenvolvida para cada título.

[10] Correspondem a páginas ou janelas contidas na seção principal que para serem lidas necessitam de um clique e um link interligado.

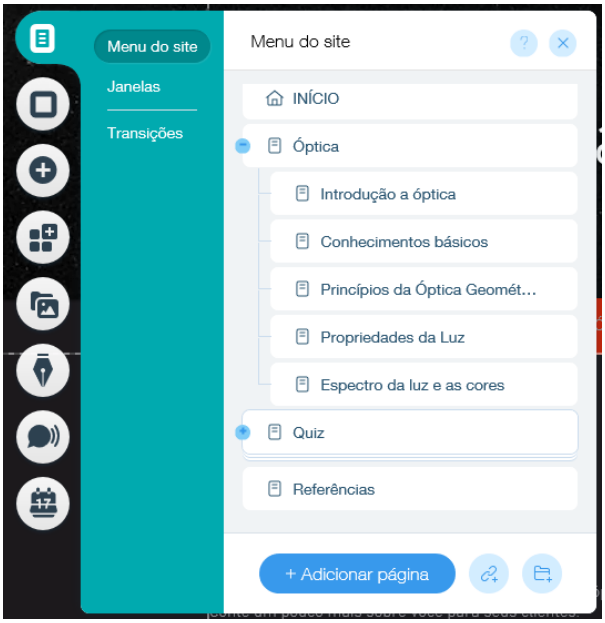


Figura 18: Estrutura organizacional

Para as subdivisões a respeito do tema, a palavra óptica foi selecionada e clicou-se em *+ adicionar página* gerando uma nova página para abordagem do conteúdo. Para organização de todas as páginas criadas com uma sequência desejada, clicamos e arrastamos as células[11] da Figura 19, nela também é mostrado o caminho para apagar alguma janela ou subpágina indesejada.

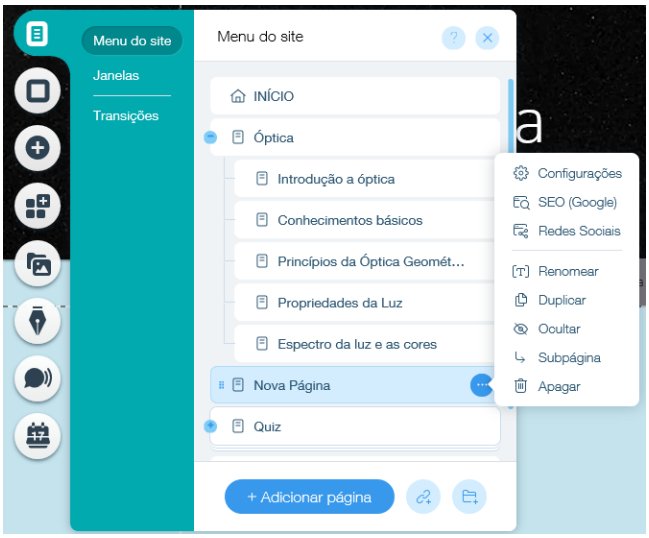


Figura 19: Imagem para apagar página criada.

Foi colocado o título do conteúdo para identificar as páginas com melhor praticidade e organização. Os três pontinhos na Figura 19, também pode alterar os nomes “(T) Renomear” e

[11] Faixas do Menu site: Introdução a óptica, conhecimentos básicos, princípios da óptica geométrica, propriedades da luz, espectro da luz, etc.

marcando “Subpágina”, desse forma é mostrado no *menu*. Para ser revelada após o estudante passar o *mouse* sobre o nome Óptica, as configurações seguem o modelo da Figura 20:

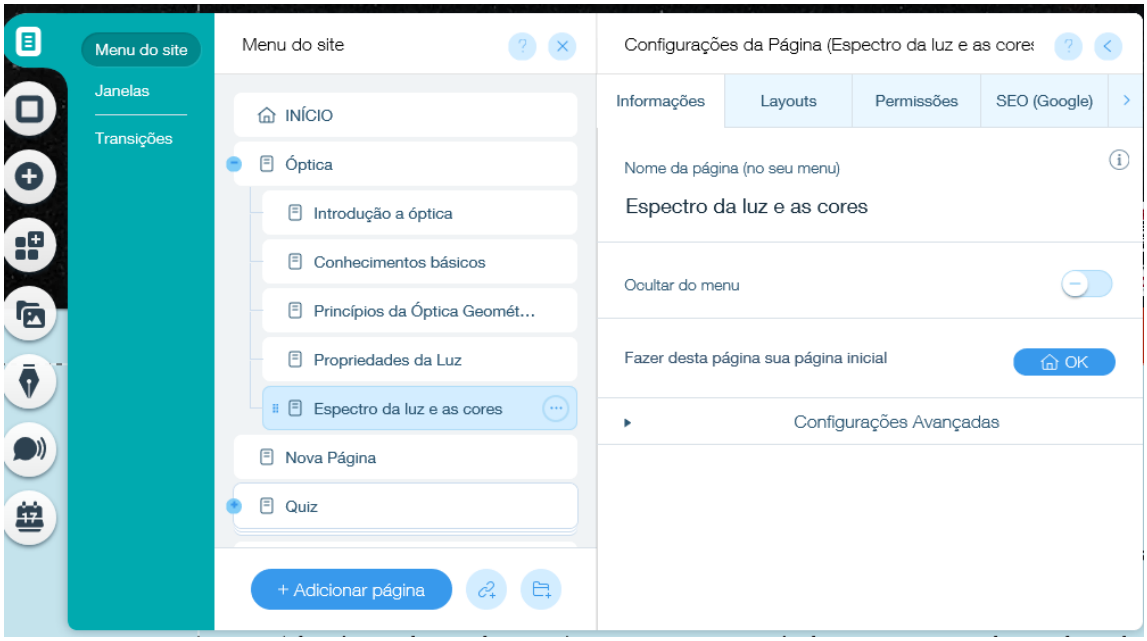


Figura 20: Configurações de página

A figura 21 mostra as configurações da página Espectro da luz e as cores, é importante frisar que nela foi encontrado a opção *fazer desta página sua página inicial*. Neste trabalho foi marcada apenas para página INÍCIO. As demais configurações: Layouts, permissões, etc. não foram feitas alterações.

Somente a página *quiz final*, teve em *Permissões* uma senha criada para o acesso dos estudantes, cujo objetivo foi de evitar respostas ao *quiz* antes da realização das as aulas. Revelada apenas na aula final.

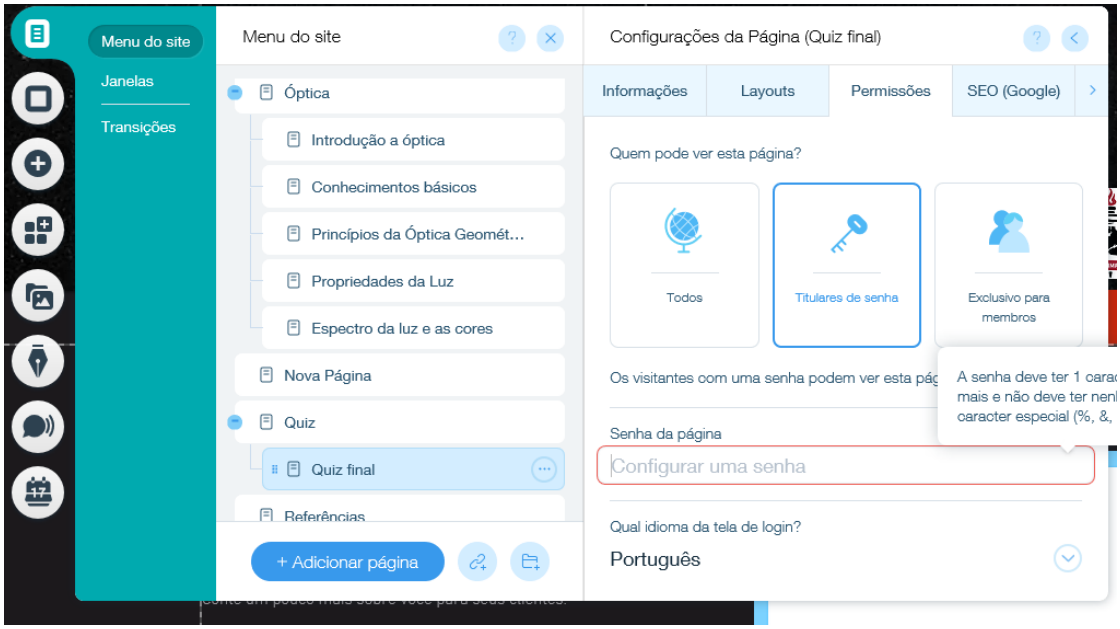


Figura 21: Configuração Permissões

Para a página introdução a óptica, usou-se a ferramenta adicionar /texto/ parágrafo, letra *caudex*, tamanho 20, cor preta e para as referências das imagens o tamanho 12, Figura 22.

Figura 22: Introdução a óptica

O *wix* possibilita organizar o texto com alinhamento igual ao que fazemos com o *word*, no tamanho da letra, na cor, fonte, etc. Para adicionar as imagens seguimos o caminho *adicionar/ imagem/ meus uploads/uploads das minhas imagens*, surgindo na janela cuja

sequência de ações seguidas foi: *upload de mídia/faça upload*. Nessa etapa localizamos a imagem salva no computador e a adicionamos à página. As figuras 23 e 24 mostram os caminhos citados anteriormente.

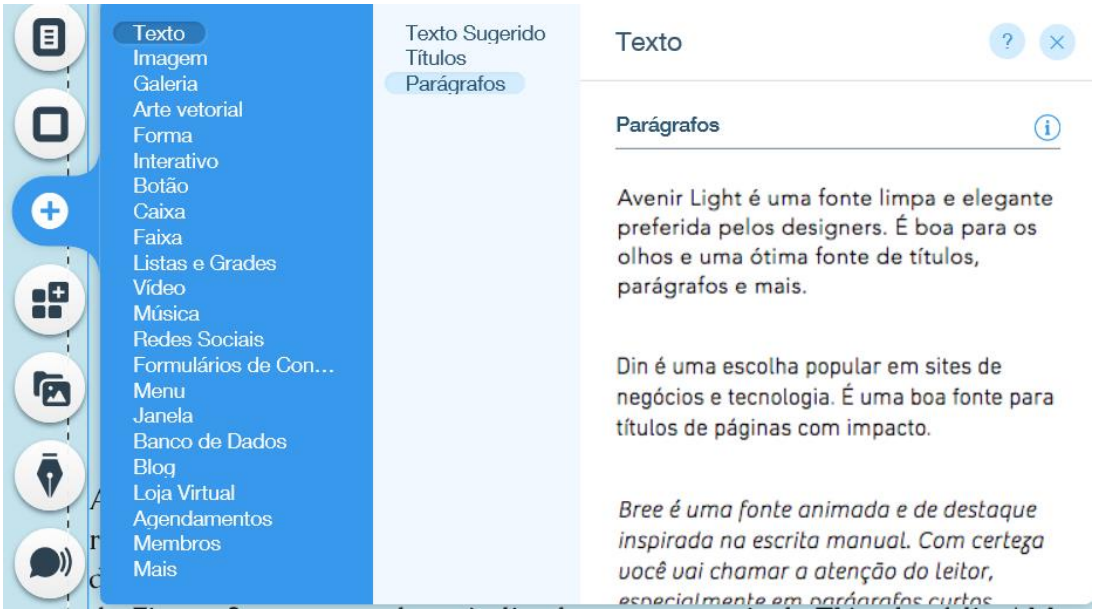


Figura 23: Adição de texto

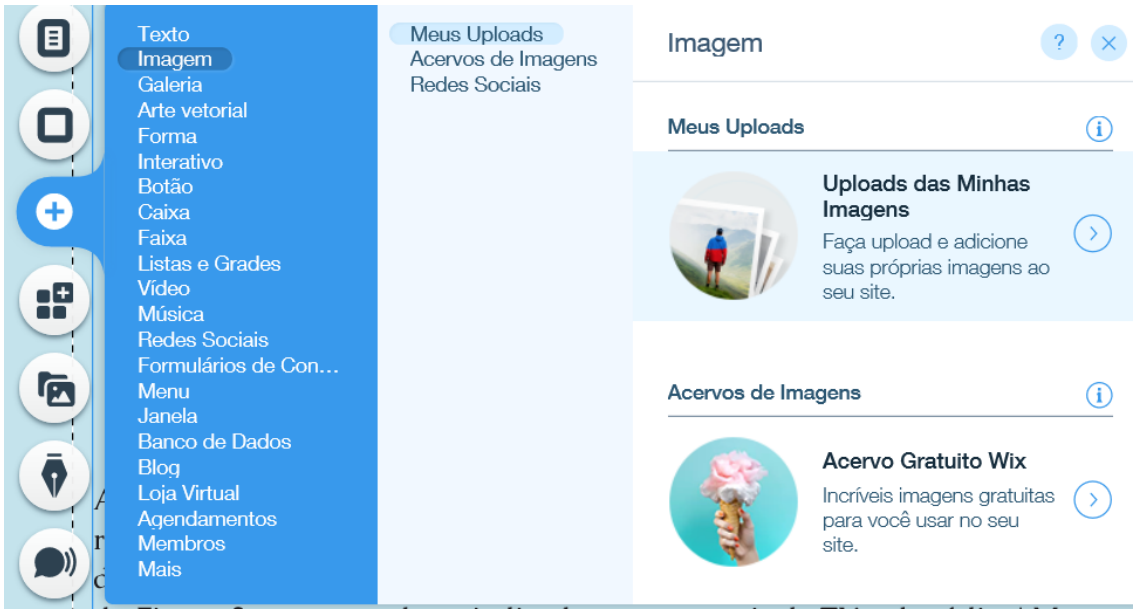


Figura 24: imagem wix

O *site* segue a estrutura de páginas ligadas ao *menu*. Elas contém vídeos, que foram adicionados seguindo o caminho: Adicionar/ vídeo/ *Play* de Vídeo Único, Figura 25. Alguns deles foram retirados do *Youtube* outros colocados por meio de *upload de vídeo*.

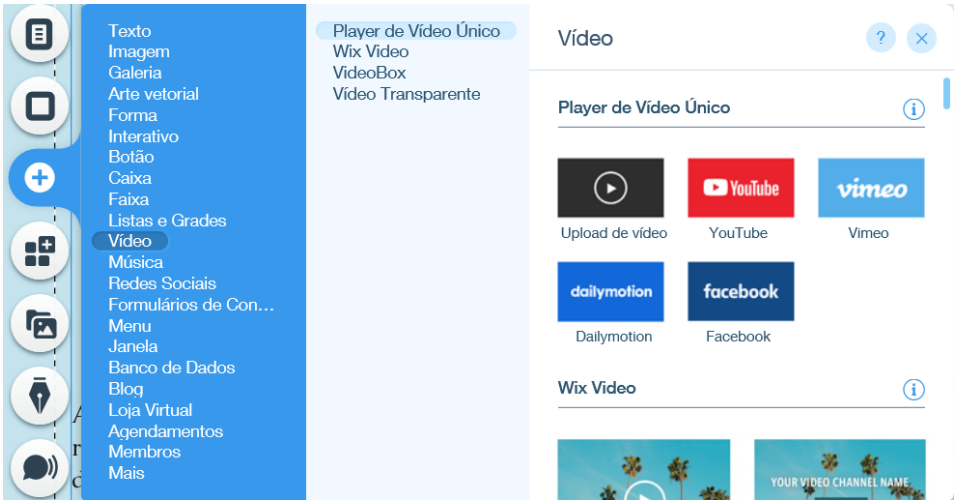


Figura 25: Adição de vídeo

Em conhecimentos básicos foi acrescentado além de vídeos, botões que direcionam o estudante a uma nova janela cujo objetivo é relacionar o vídeos ao conteúdo teórico envolvido, Figura 26.

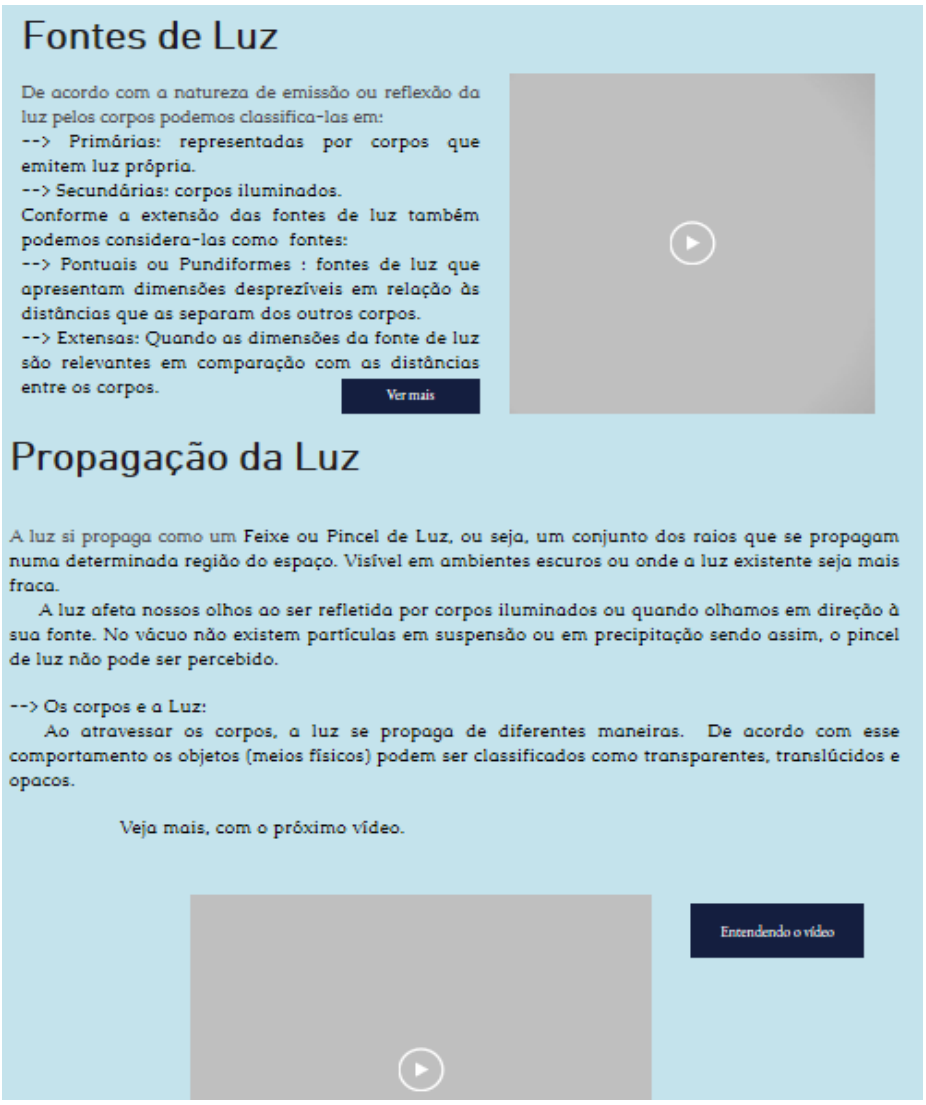


Figura 26: Conhecimentos básicos

Os botões foram colocados pela barra de ferramentas localizada a esquerda da tela, Figura 27, (adicionar/ botão/ botões de texto), foi escolhido o modelo do botão em seguida alteramos seu nome. A maioria deles intitulados por “ver mais” ou “entendendo o vídeo”. Para alterar a cor, letra, tamanho da fonte dos botões foi dado um clique sobre ele, selecionamos *design*, Figura 28.

Figura 27: Adicionar botão de texto.

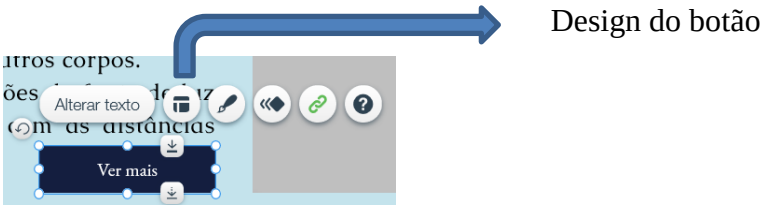


Figura 28: modificar design do botão
Fonte: ferramentas do wix.com

O objetivo destes botões ao serem clicados é trazer uma janela com explicações sobre o vídeo. Para cria-las, seguimos (adicionar/janela/boas vindas), contudo elas precisaram de adaptações. As imagens que vinham pelo modelo do *wix* foram retiradas e digitamos um novo texto de acordo com a proposta deste produto. Foi mantido nas janelas desenvolvidas: o botão *entre site*, que direciona a página anterior e o “*X”* no lado direito da tela, que fecha a janela. Mas para que a janela fosse ligada ao botão foi adotado as seguintes considerações:

- Estando a janela exibida na tela, foi fechada em “*X* “e selecionado o botão que desejamos interliga-la, aparecendo assim alguns círculos, ou seja, novas ferramentas *wix* sobre ele, clicamos no quinto círculo escolhemos a palavra *janela*. No lado direito, colocamos o nome da janela que foi desenvolvida para o respectivo botão, nesse caso tomaremos como exemplo *fontes de luz*.

Para nomeação das janelas na barra de ferramentas do lado esquerdo foi selecionado *Menus e Páginas* em seguida, *janelas/ ... / (T)Renomear* como podemos ver na figura 29:

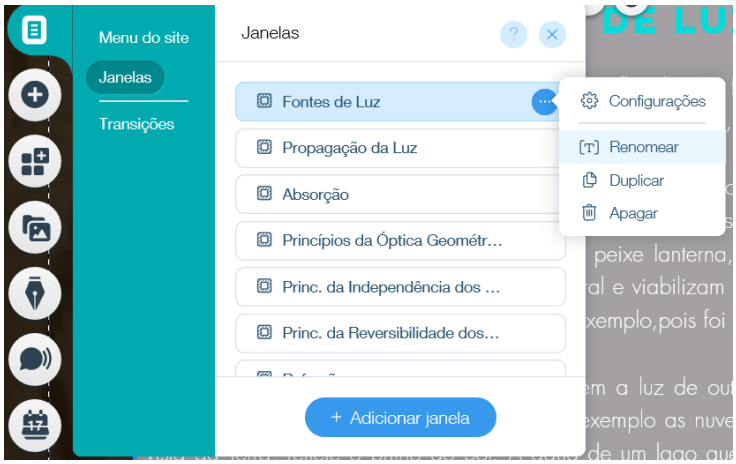


Figura 29: renomear janelas

Somando-se os vídeos e anotações de conteúdo tem-se ao todo 10 janelas, são elas: Fontes de Luz, Propagação da Luz, Absorção, Princípio da Óptica Geométrica, Princípio da Independência dos Raios de Luz, Princípio da Reversibilidade dos Raios de Luz, Refração, Reflexão, Difusão e Dispersão.

Vejamos a seguir a *interface*[12] de cada página e um pouco de suas respectivas janelas:

Óptica → Conhecimentos Básicos (Figura 30):

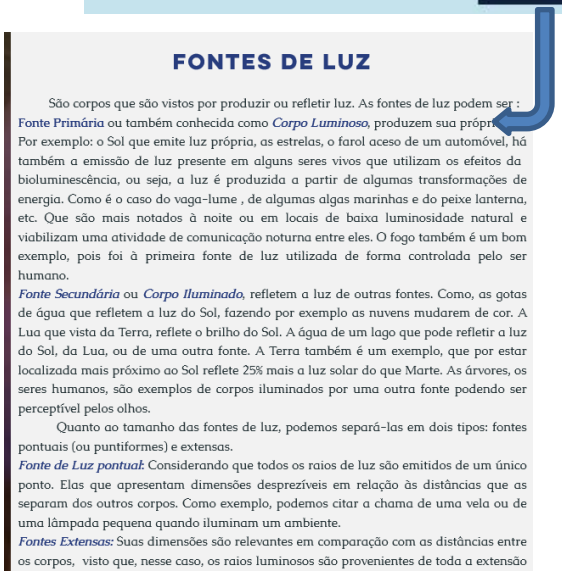
> São corpos que são vistos por produzir ou refletir luz. As fontes de luz podem ser:
> **Fonte Primária** ou também conhecida como ***Corpo Luminoso***, produzem sua própria luz. Por exemplo: o Sol que emite luz própria, as estrelas, o farol aceso de um automóvel, há também a emissão de luz presente em alguns seres vivos que utilizam os efeitos da bioluminescência, ou seja, a luz é produzida a partir de algumas transformações de energia. Como é o caso do vaga-lume, de algumas algas marinhas e do peixe lanterna, etc. Que são mais notados à noite ou em locais de baixa luminosidade natural e viabilizam uma atividade de comunicação noturna entre eles. O fogo também é um bom exemplo, pois foi à primeira fonte de luz utilizada de forma controlada pelo ser humano.
> ***Fonte Secundária*** ou ***Corpo Iluminado***, refletem a luz de outras fontes. Como, as gotas de água que refletem a luz do Sol, fazendo por exemplo as nuvens mudarem de cor. A Lua que vista da Terra, reflete o brilho do Sol. A água de um lago que pode refletir a luz do Sol, da Lua, ou de uma outra fonte. A Terra também é um exemplo, que por estar localizada mais próximo ao Sol reflete 25% mais a luz solar do que Marte. As árvores, os seres humanos, são exemplos de corpos iluminados por uma outra fonte podendo ser perceptível pelos olhos.

[12] **Interface Gráfica** é um conceito da forma de interação entre o usuário do computador e um programa por meio de uma tela ou representação **gráfica**, visual, com desenhos, imagens, etc. Geralmente é entendido como a "tela" de um programa. Disponível em<www.explorando.com.br/o-que-e-interface-grafica/>

Quanto ao tamanho das fontes de luz, podemos separá-las em dois tipos: fontes pontuais (ou puntiformes) e extensas.

***Fonte de Luz pontual*:** Considerando que todos os raios de luz são emitidos de um único ponto. Elas que apresentam dimensões desprezíveis em relação às distâncias que as separam dos outros corpos. Como exemplo, podemos citar a chama de uma vela ou de uma lâmpada pequena quando iluminam um ambiente.

Fontes Extensas: Suas dimensões são relevantes em comparação com as distâncias entre os corpos, visto que, nesse caso, os raios luminosos são provenientes de toda a extensão do corpo. Por exemplo, o Sol iluminando a Terra, uma vela próxima ao livro ou uma lâmpada fluorescente iluminando uma sala.



FONTES DE LUZ

São corpos que são vistos por produzir ou refletir luz. As fontes de luz podem ser :
Fonte Primária ou também conhecida como *Corpo Luminoso*, produzem sua próp
Por exemplo: o Sol que emite luz própria, as estrelas, o farol aceso de um automóvel, há também a emissão de luz presente em alguns seres vivos que utilizam os efeitos da bioluminescência, ou seja, a luz é produzida a partir de algumas transformações de energia. Como é o caso do vaga-lume , de algumas algas marinhas e do peixe lanterna, etc. Que são mais notados à noite ou em locais de baixa luminosidade natural e viabilizam uma atividade de comunicação noturna entre eles. O fogo também é um bom exemplo, pois foi à primeira fonte de luz utilizada de forma controlada pelo ser humano.
Fonte Secundária ou *Corpo Iluminado*, refletem a luz de outras fontes. Como, as gotas de água que refletem a luz do Sol, fazendo por exemplo as nuvens mudarem de cor. A Lua que vista da Terra, reflete o brilho do Sol. A água de um lago que pode refletir a luz do Sol, da Lua, ou de uma outra fonte. A Terra também é um exemplo, que por estar localizada mais próximo ao Sol reflete 25% mais a luz solar do que Marte. As árvores, os seres humanos, são exemplos de corpos iluminados por uma outra fonte podendo ser perceptível pelos olhos.

Quanto ao tamanho das fontes de luz, podemos separá-las em dois tipos: fontes pontuais (ou puntiformes) e extensas.
Fonte de Luz pontual: Considerando que todos os raios de luz são emitidos de um único ponto. Elas que apresentam dimensões desprezíveis em relação às distâncias que as separam dos outros corpos. Como exemplo, podemos citar a chama de uma vela ou de uma lâmpada pequena quando iluminam um ambiente.
Fontes Extensas: Suas dimensões são relevantes em comparação com as distâncias entre os corpos, visto que, nesse caso, os raios luminosos são provenientes de toda a extensão

Figura 30: Fontes de Luz.

Na figura 31 temos a Propagação da Luz com o detalhe do texto disponível a partir do botão “Entenda o vídeo”.

Figura 31: Propagação da Luz

Propagação da luz

A óptica geométrica considera o raio luminoso como um elemento geométrico na propagação da luz. Ele pode ser representado por uma linha reta orientada.

> Nós não enxergamos os raios de luz, mas enxergamos a luz que é espalhada pelas pequenas partículas suspensas no ambiente, isto é, a luz refletida em todas as direções por essas partículas. Portanto o que vemos são os raios refletidos que atingem nossos olhos. O vídeo mostra, um experimento simples sobre feixes de luz formado por um laser com as partículas emitidas por um spray de desodorante. Nele é possível visualizar o caminho de propagação da luz ao sair do laser. [...]

Óptica→ Princípios da óptica geométrica

Neste conteúdo foram colocados três vídeos seguidos do botão *veja mais* conectado ao *link* de sua respectiva janela com texto explicativo.

Para mais detalhes confira-os pela *QRCodes* ao lado da figura 32.

Figura 32: Princípios da Óptica Geométrica + QRCode para acesso.
Fonte: https://anitacdx.wixsite.com/optica

Pela sequência de páginas do *menu*, é visto o conteúdo Propriedades da Luz, onde foi colocado um efeito nas imagens de entrada aos textos explicativos das propriedades de refração, reflexão, difusão e dispersão, Figura 33.

Figura 33: Propriedades da Luz
Fonte: https://anitacdx.wixsite.com/optica

O efeito de imagem se dá quando o usuário passa o mouse sobre figura que por sua vez muda de tonalidade, neste caso, foi escolhido um filtro mais escuro. Em seguida ao clicar sobre ela um texto sobre refração é indicado para leitura.

Para gerar esse efeito, foi adicionado um *botão de ícone* a página em seguida foi feito o mesmo caminho já visto neste manual para adição de botões. Porém, neste caso o *wix* sugere

algumas imagens de *ícones*. Escolhido uma delas, foi clicado sobre o botão em *alterar ícone* e seguida *alterar imagem*, direcionando para o arquivo de imagens do *site* (https://anitacdx.wixsite.com/optica) foi feito um *upload* de uma nova imagem para o *botão de ícone*. Vale ressaltar, que também é possível utilizar alguma que já tenha sido utilizada no *site* ou seja, que faça parte do arquivo. Neste caso, foi feito um *upload* de uma nova imagem que estava salva no computador. Em seguida, feito um clique sobre a imagem desejada fazendo com que o botão ícone agora possua um novo visual. O tamanho foi ajustado normalmente pelas setas laterais.

Para fazer o efeito de alteração da cor, foi dado um clique sobre o botão ícone com a imagem recém colocada, surgindo assim uma nova janela nela foi selecionado o termo *ao passar o mouse* em *alterar imagem*, encaminhando para os arquivos do *site*. Neste exemplo, a imagem selecionada foi a mesma escolhida anteriormente, pois o objetivo consistia em uma mudança de tonalidade, mas poderia ter sido uma outra figura. Após essa seleção no lado direito da tela em *ajustar filtro*, observando o lado esquerdo em *filtro* foi definida a imagem que surgirá cada vez que o mouse passar sobre ela. Como mostram as figuras 34 a 36. Para concluir o processo a figura foi *salva* e *aplicada.*

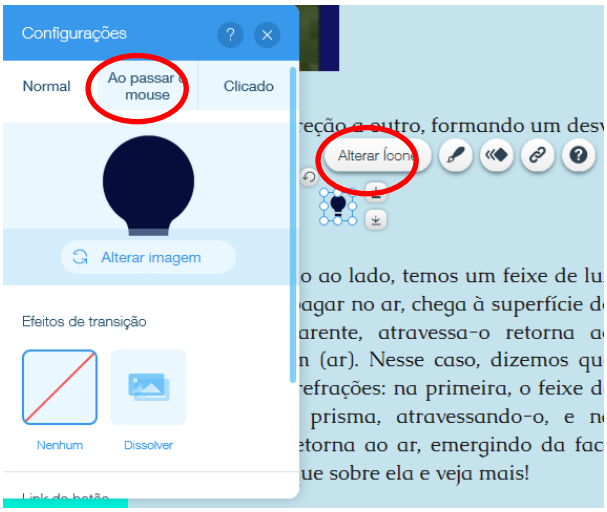


Figura 34: Alterar botão ícone

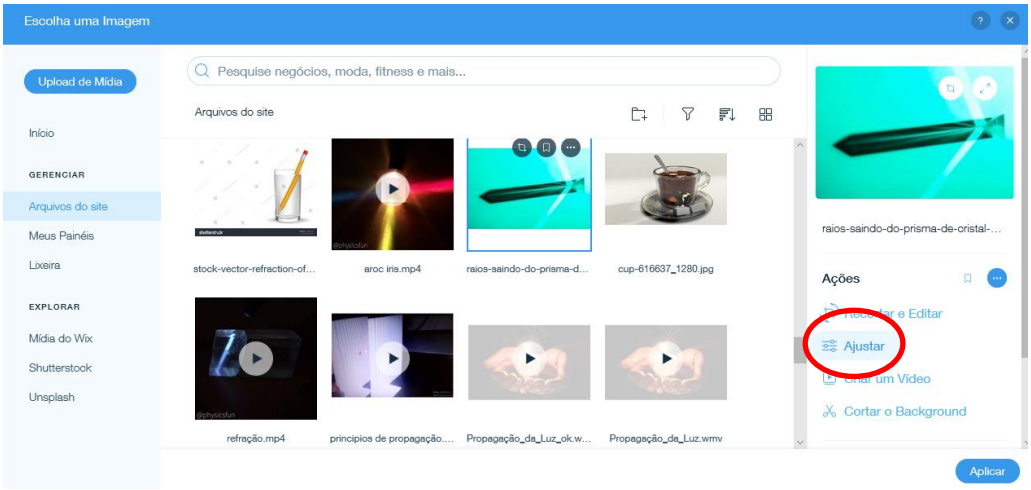


Figura 35: Escolha de imagem

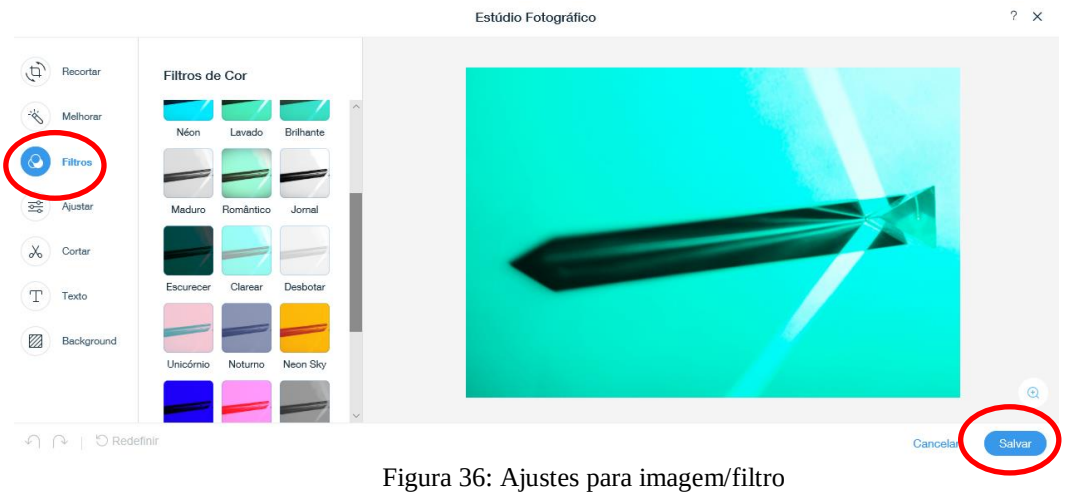


Figura 36: Ajustes para imagem/filtro

Para tornar a imagem completa é necessário ainda conduzir o usuário do *site* ao seu conteúdo. Neste caso a janela desenvolvida Refração, portanto foi dado um clique sobre o *botão ícone* e em seguida foi selecionado *com link.* Veja melhor na Figura 37.

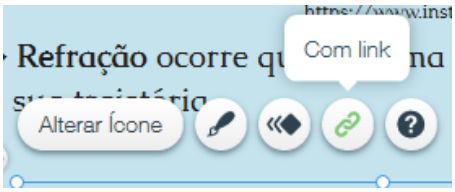


Figura 37: Colocação de link

Na figura 38 temos as indicações de direção do *link*. Foi marcado *Janela* e em *qual janela?* Foi colocado *Refração* que indica o nome da janela que se refere ao conteúdo.

Figura 38: link para janela

Feito isso sempre que o estudante passar o mouse a imagem lhe chamará mais atenção ao clica-la será conduzido ao seu respectivo conteúdo.

As propriedades: refração, reflexão, dispersão e difusão foram utilizadas botões de ícone causando o efeito visto anteriormente. E podem ser vistas nas Figuras 39 a 45.

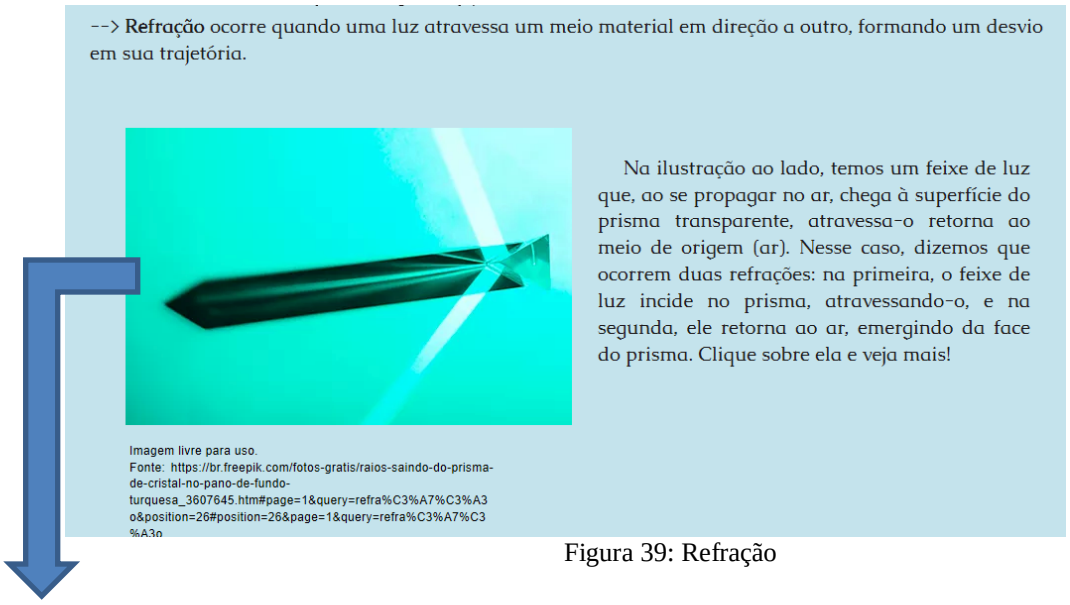


Figura 39: Refração

Refração

> Desde meados do século XIX já havia o conhecimento de que a luz se propagava em alta velocidade. Contudo, a velocidade está vinculada ao meio ao qual se propaga. No vácuo a velocidade da luz corresponde a$c = 2{,}99792458 \times 10^8$[...]

Para continuidade do conteúdo: https://anitacdx.wixsite.com/optica/propriedades-da-luz

Figura 40: Reflexão

Reflexão

Quando um feixe de luz atinge uma superfície polida e é refletido de forma regular dar-se o nome de reflexão regular, ou seja, quando a incidência é um feixe com raios paralelos, o feixe refletido também será paralelo.

Vale ressaltar que ao usarmos expressão superfície polida nos referimos a uma superfície cujas irregularidades são desprezíveis, pois na realidade não há uma superfície plenamente polida. Neste produto educacional temos alguns são mostrados alguns vídeos no decorrer do conteúdo, entre eles o caleidoscópio, Figura 41, que evidencia a reflexão por meio dos espelhos, nos quais praticamente toda a luz é refletida, gerando a formação de imagens.

Figura 41: caleidoscópio
Fonte: Vídeo de domínio público. Instagram- @physicsfun

A palavra caleidoscópio vem do grego Kalos (= belo) + eidos (= forma) + skopeîn (= olhar) e, de acordo com sua etimologia, é um artefato óptico que serve para "olhar belas formas". O caleidoscópio foi inventado pelo inglês Dawin Brewster, no século XIX, como um brinquedo formado por um tubo cilíndrico ao longo do qual pequenos objetos coloridos (em geral, de vidro) são colocados diante de três espelhos planos.

> O funcionamento do caleidoscópio é bem simples: uma vez que o tubo cilíndrico é movimentado, os pequenos pedaços coloridos são refletidos pelos espelhos e formam imagens múltiplas, em arranjos simétricos. Graças à reflexão da luz, as poucas figuras formadas no caleidoscópio dão a impressão de uma diversidade de imagens.
> Ciências e Cotidiano, Buarque F., Ambrosia Mª. ,p.160.

Na sequência do texto é mostrado a fundamentação da descrição geométrica da reflexão da luz por meio das leis de reflexão, Figura 42.

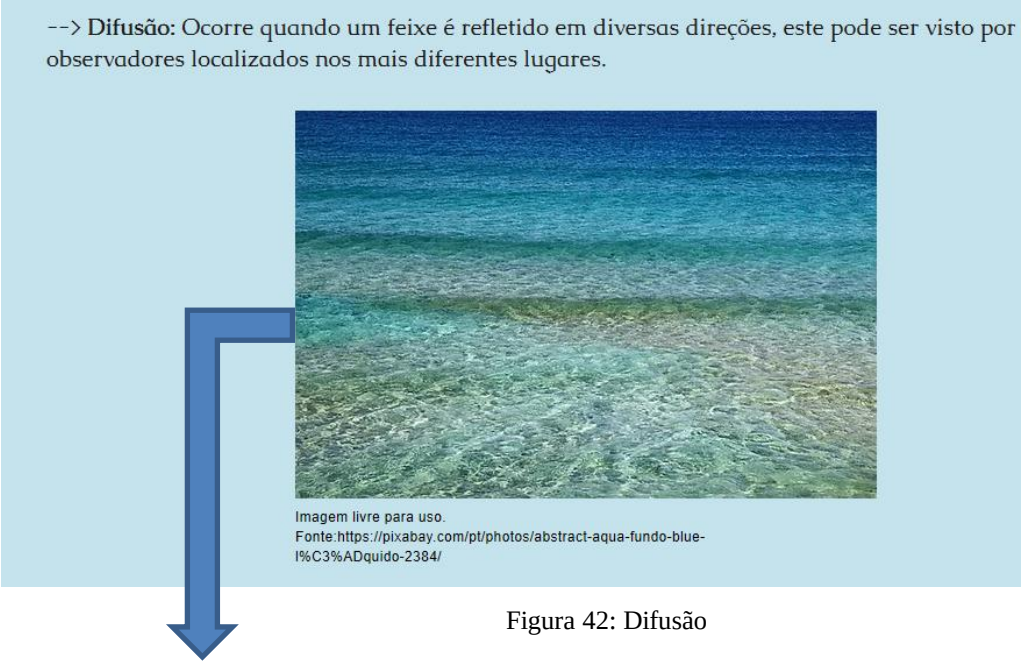


Figura 42: Difusão

Difusão

> Ocorre quando um feixe é refletido em diversas direções, este pode ser visto por observadores localizados nos mais diferentes lugares. Também conhecida por reflexão difusa da luz. Como ocorre na imagem abaixo (Figura 43).

Figura 43: Difusão da água
Fonte: https://pixabay.com/pt/photos/cisne-água-bird-lago-branco-pena-2077219/

> É graças a esse fenômeno que enxergamos os objetos iluminados (sem a necessidade de uma posição definida).

Você sabia que um saco plástico com água espanta as moscas?

Um saco cheio de água funciona como um excelente repelente não apenas para moscas, mas contra qualquer inseto que voe. Isso acontece porque eles percebem o objeto como se fosse um espelho e mudam a trajetória de seu voo. “É mais ou menos a mesma coisa que acontece quando deparamos com um espelho que reflete a luz do Sol. Se somos atingidos pelos raios solares, isso nos incomoda, e nosso impulso inicial é dar meia-volta ou desviar o caminho, até mesmo como medida de precaução”, afirma o engenheiro agrônomo Octávio Nakano, da Universidade de São Paulo (USP. Ao entrar em um lugar qualquer e se deparar com o saco cheio d’água, a mosca vê sua imagem refletida no líquido sua reação seja por instinto ou mesmo por susto, é parar e sai do ambiente.

Fonte: texto adaptado.

https://super.abril.com.br/mundo-estranho/um-saco-plastico-com-agua-realmente-afasta-moscas/

A cor de um corpo vista pelo olho humano, é determinada pela luz difundida por ele ao ser iluminado pela luz solar. [...]

A cor de um corpo vista pelo olho humano, é determinada pela luz difundida por ele ao ser iluminado pela luz solar. [...]

--> **Dispersão** ocorre quando a luz policromática, ao se refratar, sofre decomposição em suas cores recebe o nome de dispersão. Clique na imagem abaixo e veja mais!

Imagem livre para uso.
Fonte:https://pixabay.com/pt/images/search/prisma/

Figura 44: Refração

Dispersão

Ao fazer uso de um instrumento óptico como prisma, é possível perceber que a luz branca é constituída por várias cores, portanto é considerada policromática (poli: muitas, cromática: cores) que ao se refratar,recebe o nome de dispersão.

Figura 45:Vídeo experimental
Fonte: https://youtu.be/zUZqSkWWgkw

O *site* mostra um experimento com um feixe de luz branca, que atravessa o prisma de vidro formando um espectro de cores que ocorre devido a dispersão luminosa. [...]

Retornando ao *Menu* temos a página “Espectro de Luz e as cores”, Figura 46.

Figura 46: O espectro de Luz e as cores.

> O primeiro a reconhecer que a luz branca é uma mistura de luz de todas as cores com aproximadamente a mesma intensidade foi Isaac Newton ao fazer a luz ultrapassar por um prisma de vidro e observar o espectro da luz refratada. [...]

O menu contém *Quiz* cujos passos para sua construção foi mostrado no início deste trabalho. Contudo a imagem exposta foi criada no *Power Point* com a ferramenta inserir auto formas e, em seguida, salva no computador em formato JPEG, nela colocamos uma animação e interligamos a imagem ao link de endereço para acesso ao *quiz*, como podemos perceber nas Figuras 47 e 48.

Figura 47:Animação para o Quiz

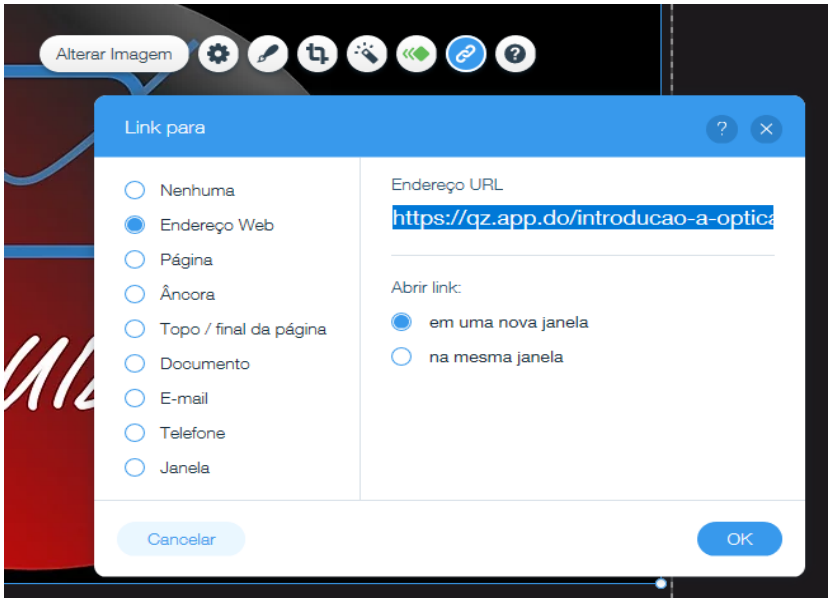


Figura 48: Link para janela.

Alguns vídeos apresentados neste produto educacional foram retirados do *youtube*. Com a opção *upload* para o site indicada no *wix*. Outros foram baixados do *instagram*, copiando o *link* do vídeo e colocado no espaço solicitado para *dowload* disponível em: https://www.instawload.com/, salvo no computador e utilizado durante nas páginas do site. Alguns vídeos de imagens ou recortes de experimentos encontrados na internet foram montados por meio das ferramentas disponíveis no *power point.* Seguimos as orientações disponíveis em <https://youtu.be/wo69-S1o908.>

O último link do *menu* trata-se das referências utilizadas para formulação do conteúdo presentes na dissertação.

Referências

A luz que faz curva na água (EXPERIÊNCIA de FÍSICA). Disponível em: https://youtu.be/F69tWoZa4ic. Acesso em: 05 de fev. de 2020.

Como entortar raios de luz com açúcar. Disponível em:< https://youtu.be/gqkSfAfyt30>. Acesso: 03 de jan. de 2020.

Como fazer um vídeo incrível em Power Point. Disponível em: <https://youtu.be/wo69-S1o908> Acesso em: 02 de jan. de 2020.

Epígrafe. Disponível em: < https://www.pensador.com/ > Acesso em: 23 de nov. de 2020.

Imagens de domínio público, Disponível em < https://pixabay.com> e <https://pixabay.com>. Acesso em: 02 de jan. de 2020.

Plataforma gratuita para criação de sites. Disponível em: <www.wix.com>. Acesso em: 02 de jan. de 2020.

Rede Social Facebook. Disponível em: <www.facebook.com>Acesso: 02 de jan. de 2020.

Rede Social Instagram. Disponível em: <www.instagram.com>Acesso: 02 de jan. de 2020.

Reflexo da água do mar. Disponível em:< https://youtu.be/CRmRNDzfHHM>. Acesso em: 06 de jan. de 2020.

Óptica geométrica – Princípio da independência dos raios de luz. Disponível em: <https://youtu.be/RAC6DRdaS74>. Acesso em: 02 de jan. de 2020.

Óptica geométrica- Princípio da reversibilidade dos raios de luz. Disponível em: < https://youtu.be/xzTdOR0HXac>. Acesso em: 04 de jan. de 2020.

Quizzes para facebook. Disponível em: <https://quiz-app.co/changes-to-the-quiz-app/> .Acesso: 02 de jan. de 2020.

Tema 09- Prisma /Experimentos – Decomposição da luz: prisma. Disponível em: <www.wix.com.> Acesso: 02 de jan. de 2020.