

**MNPEF**

Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PIAUÍ



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**

**JARDIELSON MARTINS DA SILVA**

**JOGO DIDÁTICO DE TRILHA E SUAS POSSIBILIDADES NA MEDIAÇÃO DO  
ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA**

**TERESINA  
2022**

**JARDIELSON MARTINS DA SILVA**

**JOGO DIDÁTICO DE TRILHA E SUAS POSSIBILIDADES NA MEDIAÇÃO DO  
ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA**

Dissertação de Mestrado/Produto Educacional apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física MNPEF - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí (UFPI) como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

**Linha de Pesquisa:** Ensino de Física.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dra. Claudia Adriana de Sousa Melo

**TERESINA  
2022**

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Sistema de Bibliotecas da UFPI – SIBi/UFPI  
Biblioteca Setorial do CCN

S586j Silva, Jardielson Martins.  
Jogo didático de trilha e suas possibilidades na mediação do ensino de óptica geométrica / Jardielson Martins da Silva. – 2022.

127 f.

Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Pós-Graduação em Ensino de Física, Teresina, 2022.

“Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cláudia Adriana de Sousa Melo”.

1. Física – Estudo e Ensino. 2. Recurso Didático – Jogos Didáticos. 3. Óptica Geométrica. I. Melo, Claudia Adriana de Sousa. II. Título.

CDD 530.7

Bibliotecária: Caryne Maria da Silva Gomes. CRB/3-1461



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**  
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – UFPI**  
e-mail: mnpef@ufpi.edu.br

**ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**  
**DE JARDIELSON MARTINS DA SILVA**

Às catorze horas e trinta minutos do dia vinte e nove de julho de dois mil e vinte e dois, reuniu-se na sala virtual da plataforma Google Meet, [https:// meet.google.com/axs-bkuf-hbd](https://meet.google.com/axs-bkuf-hbd), a Comissão Julgadora da dissertação intitulado "JOGO DIDÁTICO DE TRILHA E SUAS POSSIBILIDADES NA MEDIAÇÃO DO ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA" do discente Jardielson Martins da Silva, composta pelos professores Cláudia Adriana de Sousa Melo (orientadora, UFPI), Renato Germano Reis Nunes (UFPA), Edina Maria de Sousa Luz (UESPI), Alexandre de Castro Maciel (UFPI), e André Alves Lino (UFPI), para a sessão de defesa pública do citado trabalho, requisito para a obtenção do título Mestre em Ensino de Física. Abrindo a sessão a Orientadora e Presidente da Comissão, Profª. Cláudia Adriana de Sousa Melo, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares da defesa da Dissertação, passou a palavra ao discente para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos membros da Comissão Julgadora e respectiva defesa do discente. Nesta ocasião foram solicitadas correções no texto escrito, as quais foram acatadas de imediato. Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do aluno e do público, para julgamento e expedição do resultado final. O aluno foi considerado APROVADO, por unanimidade, pelos membros da Comissão Julgadora, à sua dissertação. O resultado foi então comunicado publicamente ao discente pelo Presidente da Comissão. Registrando que a confecção do diploma está condicionada à entrega da versão final da dissertação à CPG após o prazo estabelecido de 60 dias, de acordo com o artigo 39 da Resolução No 189/07 do CONSELHO DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO DA UFPI. Nada mais havendo a tratar, a Presidente da Comissão Julgadora deu por encerrado o julgamento que tem por conteúdo o teor desta Ata que, após lida e achada conforme, será assinada por todos os membros da Comissão para fins de produção de seus efeitos legais. Teresina-PI, 29 de julho de 2022.

Profª. Cláudia Adriana de Sousa Melo

*Cláudia Adriana de Sousa Melo*

Prof. Alexandre de Castro Maciel

*Alexandre de Castro Maciel*

Prof. André Alves Lino

Profª. Edina Maria de Sousa Luz

*Edina Maria de Sousa Luz*

Prof. Renato Germano Reis Nunes

Dedico este trabalho a Deus, minha maior  
força.

## **AGRADECIMENTOS**

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

Agradeço a Deus pelo dom da vida, minha maior força durante os momentos difíceis que por muitas vezes passei.

A minha mãe, Raimunda Martins de Oliveira, minha avó, Francisca das Chagas Costa; obrigado por todo cuidado e amor mesmo em meio as adversidades da vida. Agradeço também a meus irmãos Jadson Martins da Silva e Israel Leonardo Martins de Oliveira, obrigado por tudo.

Aos meus sogros Gersijames Rodrigues Gomes e Iraci Alves da Cunha, meus sinceros agradecimentos.

A minha amada esposa Yassadhara Francisca da Cunha Gomes, por todo amor e incentivo, obrigado por sempre ter acreditado em mim.

Ao meu precioso filho Gael da Cunha Martins, seu sorriso é minha maior inspiração. Te amo.

Agradeço a todos que fazem parte da família CETI João Henrique de Almeida Sousa, em especial a professora Djanira de Sousa Alencar, gestora dedicada que admiro. Obrigado por contribuir no desenvolvimento da minha pesquisa.

Agradeço a minha orientadora, prof<sup>a</sup>. Dra. Claudia Adriana de Sousa Melo, obrigado por todos os conselhos e ensinamentos. Agradeço também a todos os professores que tive ao longo de minha formação, em especial aos professores do MNPEF-UFPI, prof<sup>a</sup>. Dra. Janete Batista de Brito, prof. Dr. Neuton Alves de Araújo, prof. Dr. Boniek Venceslau da Cruz Silva, prof<sup>a</sup>. Dra. Hilda Mara Lopes Araújo, prof. Dr. Paulo Henrique Ribeiro Barbosa, prof. Dr. Marcos Antônio Tavares Brito, prof. Dr. Micaías Andrade Rodrigues.

Agradeço a Universidade Federal do Piauí ao MNPEF-UFPI e a CAPES.

“Educar verdadeiramente não é ensinar fatos novos ou enumerar fórmulas prontas, mas sim preparar a mente para pensar”. (Albert Einstein)

## RESUMO

Este estudo tem como tema o desenvolvimento do “jogo didático de trilha e suas possibilidades na mediação do ensino de Óptica Geométrica”. Diante do desafio de ensinar de Física no Ensino Médio, onde são frequentes as afirmações dos alunos do quanto esta disciplina é difícil, propusemos uma forma dinâmica e atrativa para o ensino de Óptica Geométrica, por meio da mediação e com a utilização de instrumentos e signos com base na Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky. Através do lúdico possibilitado pelos jogos didáticos, é possível despertar no aluno o interesse pela aprendizagem de forma intensificada e envolvente. Sendo possível diversificar o ensino, dando ao estudante a possibilidade de aprender por meio de outra abordagem, e possibilitando ao professor se desvencilhar do tradicionalismo a partir do uso de metodologias lúdicas, envolvendo o aluno e o cativando para aprender Física. A pesquisa foi desenvolvida na escola pública CETI João Henrique de Almeida Sousa, localizada na cidade de Teresina-PI, em uma turma da segunda série do Ensino Médio. Foram realizados onze encontros formativos para o desenvolvimento dos conceitos de Óptica Geométrica, sendo os dois últimos encontros destinados à aplicação do Produto Educacional, e a avaliação do mesmo. Em linhas gerais, os resultados desta pesquisa revelam que o ensino da Óptica Geométrica através da mediação de um jogo didático, se mostrou uma excelente estratégia, capaz de envolver e motivar os alunos, despertando interesse e possibilitando a interação entre os mesmos na busca da aprendizagem. Em última análise, os alunos avaliaram o jogo didático, sua construção e regras, de forma satisfatória, ressaltando que todos estes aspectos foram fundamentais para gerar interesse pela atividade proposta e pelo conteúdo de Óptica Geométrica.

**Palavras-chave:** Jogo didático. Mediação. Instrumentos e signos. Óptica geométrica.



## ABSTRACT

This study has as its theme the development of the "didactic trail game and its possibilities in the mediation of the teaching of Geometric Optics". Faced with the challenge of teaching Physics in High School, where students often say how difficult this discipline is, we proposed a dynamic and attractive way to teach Geometric Optics, through mediation and the use of instruments and signs. based on Vygotsky's Historical-Cultural Theory. Through the playfulness made possible by didactic games, it is possible to arouse in the student an interest in learning in an intensified and engaging way. It is possible to diversify teaching, giving the student the possibility to learn through another approach, and allowing the teacher to get rid of traditionalism through the use of playful methodologies, involving the student and captivating him to learn Physics. The research was carried out at the CETI João Henrique de Almeida Sousa, public school, located in the city of Teresina-PI, in a second-grade high school class. Eleven training meetings were held for the development of Geometric Optics concepts, the last two meetings being aimed at the application of the Educational Product, and its evaluation. In general terms, the results of this research reveal that the teaching of Geometric Optics through the mediation of a didactic game, proved to be an excellent strategy, capable of involving and motivating students, arousing interest and enabling interaction between them in the pursuit of learning. . Ultimately, the students evaluated the didactic game, its construction and rules, in a satisfactory way, emphasizing that all these aspects were fundamental to generate interest in the proposed activity and in the content of Geometric Optics.

**Keywords:** Didactic game. Mediation. Instruments and signs. Geometric optics.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Princípio de Huygens. Ondas planas de água atravessando uma fenda. .....	23
Figura 2 – Representação de onda longitudinal e transversal se propagando em uma corda. ....	24
Figura 3 – Vetores campo elétrico ( $\vec{E}$ ) e campo magnético ( $\vec{B}$ ) se propagando em sentido positivo na direção $x$ . ....	25
Figura 4 – Representação de uma onda e suas características.....	26
Figura 5 – Representação do Efeito Fotoelétrico .....	27
Figura 6 – Propagação retilínea da luz em meio homogêneo .....	28
Figura 7 – Formação de sombras em um anteparo .....	28
Figura 8 – Câmara escura.....	29
Figura 9 – Aplicação da propagação retilínea da no cálculo da altura de objetos.....	29
Figura 10 – Reflexão especular (A) e reflexão difusa (B). ....	31
Figura 11 – Representação da reflexão da luz.....	31
Figura 12 – Refração da luz. ....	32
Figura 13 – Reflexão interna total da luz e o ângulo limite .....	33
Figura 14 – Propagação da luz na fibra ótica.....	34
Figura 15 – Construção geométrica para a dedução da lei de Snell pelo princípio de Fermat .....	35
Figura 16 – Formação de imagem no espelho plano .....	38
Figura 17 – Representação de espelhos côncavo e convexo .....	38
Figura 18 – Representação do espelho côncavo com os pontos principais e alguns raios particulares .....	39
Figura 19 – Formação de imagens em um espelho côncavo a partir de um objeto posicionado sobre seu eixo central .....	39
Figura 20 – Formação de imagem em um espelho convexo a partir de um objeto posicionado sobre seu eixo central .....	40
Figura 21 – Espelho esférico côncavo .....	41
Figura 22 – Espelho côncavo e a relação entre o tamanho do objeto e a sua imagem .....	43
Figura 23 – Modelo do jogo: Trilha da Óptica Geométrica .....	50
Figura 24 – Modelo de carta, frente e verso.....	50

Figura 25 – Jogo didático, “Trilha da Óptica Geométrica” após a finalização .....	51
Figura 26 – Leitura das regras do jogo didático .....	64
Figura 27 – Alunos jogando o jogo didático, Trilha da Óptica Geométrica.....	65
Figura 28 – Leitura das regras do jogo didático .....	51

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Esboço dos encontros formativos/aulas e suas ações, datas e carga horária da pesquisa de campo .....	46
Quadro 2 – Detalhamento das quatro regras do jogo: Trilha da Óptica Geométrica.....	51

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Sobre o rendimento escolar .....	57
Gráfico 2 – Sobre a fonte de pesquisa mais utilizada .....	58
Gráfico 3 – Sobre a forma de acesso as aulas remotas.....	59
Gráfico 4 – Dados obtidos da segunda pergunta do questionário 3.....	67

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Sobre o que veem em mente ao ouvir a palavra óptica. ....	59
Tabela 2 – Avaliação das regras do jogo didático .....	70
Tabela 3 – Dados da sétima pergunta .....	68

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
OG	Óptica Geométrica
PE	Produto Educacional
SD	Sequência Didática
SEDUC	Secretaria de Educação e Cultura do Piauí
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 A Teoria Histórico-Cultural e suas possibilidades de superação no ensino da Física</b> .....	16
<b>2.1 Pressupostos da Teoria Histórico-Cultural</b> .....	16
2.1.1 Mediação: Instrumentos e Signos .....	16
2.1.2 Interação Social .....	17
2.1.3 Zona de Desenvolvimento Proximal .....	17
2.1.4 Aprendizagem, ensino e desenvolvimento .....	18
<b>2.2 Jogo de Tabuleiro e suas potencialidades no ensino da Física</b> .....	18
2.2.1 Os jogos de tabuleiro no contexto do ensino e da aprendizagem .....	19
2.2.2 Jogo de Tabuleiro e aplicabilidades no ensino da Física .....	20
<b>3 Óptica geométrica</b> .....	21
<b>3.1 O que é a luz?</b> .....	21
<b>3.2 Propagação retilínea da luz</b> .....	27
<b>3.3 Reflexão da luz</b> .....	29
<b>3.4 Refração da luz</b> .....	31
<b>3.5 Princípio de Fermat e a dedução da lei de Snell para a refração da luz</b> .....	34
<b>3.6 Espelhos planos</b> .....	37
<b>3.7 Espelhos esféricos</b> .....	38
<b>3.8 Equação dos espelhos esféricos</b> .....	41
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	45
<b>4.1 Caracterização da pesquisa</b> .....	45
<b>4.2 Campo empírico da pesquisa</b> .....	46
<b>4.3 Participantes da pesquisa</b> .....	46
<b>4.4 Técnicas e instrumentos de coleta de dados</b> .....	47
<b>4.5 Produto Educacional</b> .....	49
4.5.1 O jogo didático: “Trilha da Óptica Geométrica” .....	50
4.5.2 As regras do Jogo .....	51
<b>4.6 Processo de coleta de dados</b> .....	52
4.6.1 Primeiro encontro: apresentação da pesquisa (1 aula – híbrida) .....	53
4.6.2 Segundo encontro: Estudando os fundamentos da Óptica Geométrica (1 aula – remota) .....	53
4.6.3 Terceiro encontro: Estudando os espelhos planos (2 aulas – híbrida) .....	53
4.6.4 Quarto encontro: Estudo sobre os espelhos esféricos e suas aplicações (1 aula – híbrida) .....	54



4.6.5 Quinto encontro: Estudo sobre a refração da luz e a Lei de Snell (2 aulas – remotas) .....	54
4.6.6 Sexto e sétimo encontro: aplicação do produto educacional (2 aulas – híbrida) .....	55
<b>5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS .....</b>	<b>56</b>
<b>5.1 Análise dos dados obtidos com o questionário 1: perfil dos alunos .....</b>	<b>56</b>
<b>5.2 Análise dos dados obtidos no questionário 2: conhecimentos prévios dos alunos .....</b>	<b>59</b>
<b>5.3 Discutindo a aplicação do Produto Educacional .....</b>	<b>63</b>
5.3.1 Primeira aplicação do PE .....	64
5.3.2 Segunda aplicação do PE .....	66
<b>5.4 Análise do questionário 3: Avaliação do jogo “Trilha da Óptica geométrica” .....</b>	<b>67</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>77</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>79</b>
<b>APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....</b>	<b>83</b>
<b>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO 1: PERFIL DO ALUNO .....</b>	<b>84</b>
<b>APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO 2: PRÉ-TESTE (CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS SOBRE ÓPTICA GEOMÉTRICA .....</b>	<b>86</b>
<b>APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO 3 - Avaliação do jogo “Trilha da Óptica geométrica” e suas possibilidades de mediação na apropriação dos conceitos de óptica geométrica .....</b>	<b>88</b>
<b>APÊNDICE E – PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>90</b>

## 1 Introdução

Como ensinar Física nos dias de hoje? Por que perguntamos isso? Porque os alunos não são mais os mesmos de décadas atrás, eles estão repletos de informações e tecnologias a um clique (ROCHA; EVANGELISTA; MACHADO; MELLO, 2015). Os *smatphones* (celulares inteligentes), basicamente, já substituíram computadores, videogames, reprodutores de áudio e vídeo. Neles há tudo que os jovens “precisam”. E não há como simplesmente ignorar essa realidade.

Até o início do ano 2000, de acordo com Rocha e col. (2015), a tecnologia não estava tão difundida como nos dias atuais. As aulas de Física, quase que exclusivamente, eram por meio dos livros didáticos, quadro e giz (ou pincel), não havia uma gama de informações e diversificação tecnológica concorrendo com a atenção dos alunos. Mas ainda hoje a forma tradicional de ensinar persiste, o que não significa que ela seja inapropriada. Porém, tudo ao nosso redor tem se modernizado e o ensino de Física também precisa evoluir neste sentido acompanhando as mudanças que a sociedade vem passando.

É preciso buscar meios alternativos que auxiliem o processo de ensino e aprendizagem proporcionando ao aluno aprender de forma dinâmica e diversificada. Nesse sentido, o uso de jogos didáticos tem se tornado cada vez mais frequentes em sala de aula e se mostrado um excelente recurso didático. Através do lúdico é possível despertar no aluno o interesse pela aprendizagem de forma intensificada e envolvente (MACEDO; PETTY; PASSOS, 2005). Desta forma, através de atividades lúdicas é possível dinamizar o ensino, dando ao estudante a possibilidade de aprender por meio de outra abordagem e possibilitando ao professor se desvencilhar do tradicionalismo a partir do uso de metodologias lúdicas, envolvendo o aluno e o cativando para aprender Física.

Considerando nossos anos de experiência enquanto professor de Física da rede pública, foi possível observar que os alunos estão cansados das metodologias tradicionais de ensino, sendo necessária sua atualização e diversificação. Observamos ainda que a maioria das escolas públicas não dispõe de recursos tecnológicos para auxiliar os professores, dessa forma, o uso de jogos didáticos se torna uma escolha adequada, por não exigir grande aparato tecnológico.

Outras observações feitas ao longo de nossa experiência docente foi o fato de muitos alunos considerarem a Física uma disciplina extremamente difícil,

considerando-a parte integrante da matemática. Embora a matemática seja essencial para a compreensão de diversos conceitos físicos, este aspecto não deve ser o tema central do ensino de Física, especialmente para o Ensino Médio.

Embora exista consciência por parte de alunos e professores de que a Física é uma ciência da natureza e que relatos de experiências, observações, laboratórios e dados empíricos, etc., abundam nos livros e nos discursos didáticos, as atividades escolares acabam por se restringir às aplicações de formalismos matemáticos e aos exercícios numéricos extraídos das teorias. Os exames vestibulares contribuem com este quadro, reforçando a imagem da Física como sinônimo de um operacionalismo matemático. (PIETROCOLA, 2002, p. 92).

Corroborando com Pietrocola (2002), percebemos o forte operacionalismo matemático da Física do Ensino Médio ao ponto do sucesso do aluno em Física estar atrelado aos seus conhecimentos de matemática. Neste sentido, entendemos que o lúdico por meio dos jogos didáticos constitui-se uma excelente ferramenta para o ensino e aprendizagem da Física.

Em consonância com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), um documento de caráter normativo que visa o desenvolvimento das aprendizagens essenciais para todos os alunos ao longo da Educação Básica, o ensino de Física, pertencente à área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, deve proporcionar o desenvolvimento do pensamento científico envolvendo aprendizagens específicas, visando sua aplicação em contextos diversos (BRASIL, 2018).

Diante do exposto e motivados pela busca do ensino e aprendizagem de Física, neste trabalho apresentamos uma metodologia que objetiva ensinar os conceitos de Óptica Geométrica, suas relações fundamentais, princípios e suas aplicações, de forma lúdica com a participação efetiva dos estudantes do Ensino Médio, sendo uma alternativa para os professores da Educação Básica.

Mas como ensinar Física de maneira lúdica e interativa capaz de chamar a atenção do aluno e leva-lo a aprender Óptica Geométrica? Considerando a teoria da aprendizagem de Vygotsky (2007), com o uso da mediação e de símbolos, elaboramos um jogo didático intitulado: “Trilha da Óptica Geométrica”, que corresponde ao nosso Produto Educacional – PE. A escolha de um jogo didático de trilha se justifica pelo baixo custo de sua confecção alinhando-se a realidade da

escola pública e de seus alunos. Além do que, de acordo com Falkembach (2006), o jogo e toda atividade lúdica é capaz de entreter, prender a atenção e ensinar com maior eficiência sem se tornar cansativo.

O Produto Educacional foi aplicado na escola CETI João Henrique de Almeida Sousa, em que o professor pesquisador também era o professor titular da turma da 2ª série do Ensino Médio participante. Estes alunos puderam experienciar todas as fases do desenvolvimento das atividades relatadas na presente dissertação.

O objetivo geral deste trabalho foi analisar as possibilidades do jogo didático em mediar o ensino e aprendizagem da Óptica Geométrica (OG). Temos os seguintes objetivos específicos: a) averiguar o perfil do aluno e seus conhecimentos prévios sobre Óptica Geométrica, com a utilização de questionários; b) realizar encontros formativos/aulas para o desenvolvimento do conteúdo; e c) avaliar aplicação do Produto Educacional com a utilização de questionário e observações realizadas durante as aulas.

Como já mencionado, é preciso buscar estratégias metodológicas que sejam viáveis à realidade dos alunos da escola pública e que proporcionem uma aprendizagem de forma dinâmica e interativa os conceitos de óptica geométrica.

Este trabalho dividiu-se em cinco capítulos e apêndices. No presente capítulo de introdução, relatamos a motivação e objetivos da pesquisa. Na segunda seção apresentamos a teoria histórico-cultural e seus principais aspectos, a saber, a mediação por meio de instrumentos e signos, a interação social e a zona de desenvolvimento proximal; no fim da seção dois discutimos brevemente sobre os jogos didáticos e suas potencialidades para o ensino. Na terceira seção discutimos sobre a óptica geométrica. O quarto capítulo destinou-se a metodologia utilizada no desenvolvimento da pesquisa e para a descrição do Produto Educacional. Na quinta seção discutimos sobre os dados obtidos; e por fim, na última seção fizemos uma conclusão do trabalho, levando em conta os resultados obtidos e analisando suas potencialidades para o Ensino de Física.

## **2 A Teoria Histórico-Cultural e suas possibilidades de superação no Ensino da Física**

Lev Semionovitch Vygotsky (1896-1934) nasceu na Bielorrússia, dedicou-se a várias áreas do conhecimento tais como história, literatura, medicina, psicologia e pedagogia. Dentre seus inúmeros trabalhos destacamos sua teoria da aprendizagem. Para Vygotsky, a aprendizagem não era uma questão puramente biológica mas uma interação do indivíduo com o meio social, logo, o desenvolvimento cognitivo ocorreria devido a uma interação Sócio-Histórico-Cultural (VYGOTSKY, 2007).

Em seus estudos sobre Vygotsky, OLIVEIRA (2010) menciona que a relação do homem com o mundo não é uma relação direta e sim mediada. Ainda segundo OLIVEIRA (2010) pode-se entender a mediação como um processo intermediário numa relação, desta forma, a apropriação do conhecimento dar-se por meio da interação Sócio-Histórico-Cultural entre os indivíduos e o meio mediado por instrumentos e signos.

### **2.1 Pressupostos da Teoria Histórico-Cultural**

Nesta subseção apresentaremos alguns aspectos da Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky. Falaremos inicialmente sobre a Mediação por Instrumentos e Signos no processo de aprendizagem; a seguir discutiremos o papel da Interação Social nessa teoria; e finalizaremos nossa breve discussão sobre essa teoria de aprendizagem conceituando a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

#### **2.1.1 Mediação: Instrumentos e Signos**

Entende-se por instrumento, toda ferramenta/material que permite ao homem transformar a natureza que o cerca. Por exemplo, uma pá, martelo, lápis, dentre outros. Já os signos são elementos mediadores que fazem referência a algo que possui um significado. A linguagem é composta por signos, por exemplo, a palavra bola remete ao objeto concreto bola (VYGOTSKY, 2007).

A teoria da aprendizagem de Vygotsky afirma que o desenvolvimento cognitivo do indivíduo está ligado ao seu convívio histórico-cultural, transformando

as relações sociais em funções mentais. Mas esta transformação não se dá de qualquer forma, ela é feita por meio da mediação (MOREIRA, 1999). Para Lucci (2006), é por meio da mediação que o indivíduo é capaz de se relacionar com o ambiente.

Sobre os signos, estes são divididos em três tipos: os indicadores, associado à causa e efeito; os icônicos tais como as imagens e os desenhos; e os simbólicos, por exemplo, as palavras e os números (MOREIRA, 1999).

Ainda segundo MOREIRA (1999), a aprendizagem para Vygotsky se dá pela apropriação de instrumentos e signos que ocorre na zona de desenvolvimento proximal do indivíduo.

### **2.1.2 Interação Social**

A interação social entre os indivíduos é um fator primordial ao seu desenvolvimento. Para Vygotsky, a principal unidade de análise não é o indivíduo nem o contexto, mas a interação entre eles (MOREIRA, 1999). É por meio desta interação social que se dá a transmissão do conhecimento social, histórico e cultural construído.

Como podemos definir o que é interação social? Segundo GARTON (1992) a interação social é um intercâmbio de informações entre um mínimo de duas pessoas. É preciso um envolvimento ativo dos participantes desta interação.

### **2.1.3 Zona de Desenvolvimento Proximal**

O conceito de zona de desenvolvimento proximal, segundo ROSA (2004), está vinculado à relação entre aprendizagem escolar e o desenvolvimento. Moreira, (1999, apud VYGOTSTKY, 1988, p. 97), afirma ainda que a zona de desenvolvimento proximal é a distância entre o nível de desenvolvimento cognitivo real do indivíduo e o seu nível de desenvolvimento potencial. Podemos entender o nível de desenvolvimento real como a capacidade do indivíduo resolver problemas independentemente, e a zona de desenvolvimento potencial como a resolução de problemas/tarefas como auxílio (mediação) sob a orientação de uma pessoa capaz ou adiantada em relação àquela tarefa.

A zona de desenvolvimento proximal define as funções que ainda não amadureceram, mas que estão no processo de maturação. É uma medida do potencial de aprendizagem; representa a região na qual o desenvolvimento cognitivo ocorre; é dinâmica, está constantemente mudando. (MOREIRA, 1999, p. 116)

Todo o conhecimento que ainda não se solidificou está em constante movimento na ZDP, em processo de maturação. A intervenção por meio da mediação é capaz de provocar a aprendizagem de conceitos e ideias que já se faziam presente nesta zona. Por isso, a zona de desenvolvimento proximal pode ser entendida como uma medida do potencial da aprendizagem.

#### **2.1.4 Aprendizagem, ensino e desenvolvimento.**

MOREIRA, (1999), ressalta que a aprendizagem deve ocorrer dentro da zona de desenvolvimento potencial, provocada pela interação social por meio da mediação. A mediação se dá através dos indivíduos mais capazes, podendo ser o professor, que fará o intermédio do conhecimento, atuando nesta zona a fim de que o indivíduo/aluno se aproprie do conhecimento proposto.

Uma ideia significativa da teoria da Vygotsky, relacionada à aprendizagem em nível escolar, é a importância do social na aquisição dos conhecimentos, seja ele proporcionado pelo simples convívio dentro do ambiente escolar, seja na forma pela qual o professor transmite seus conhecimentos aos alunos. (ROSA, 2004, p. 5)

Neste trecho, percebemos a importância da interação social, do convívio escolar para a aquisição dos conhecimentos. E este convívio se dá entre alunos, com o professor e o ambiente escolar.

## **2.2 Jogo de Tabuleiro e suas potencialidades no ensino da Física**

Nesta subseção discutiremos brevemente sobre os jogos de tabuleiro enfatizando a importância dos jogos didáticos no processo ensino-aprendizagem e suas potencialidades para no ensino de Física.

### 2.2.1 Os jogos de tabuleiro no contexto do ensino e da aprendizagem

Os jogos de tabuleiro estão entre os mais conhecidos. Dentre eles destacamos: Trilha, Xadrez, Gamão, Banco Imobiliário e Jogo da Vida. Todos estes jogos possuem características próprias e objetivos específicos. São práticos e fáceis de serem jogados em qualquer ambiente (PEREIRA, FUSINATO e NEVES, 2009).

Considerando o ensino tradicional, a rotina de sala de aula pode ser resumida em o aluno apenas como um receptor do conteúdo e professor como o transmissor do conhecimento, tornando o processo de ensino-aprendizagem desgastante e desmotivador sobretudo para o aluno. Diante disto, propor um ensino a partir de jogos didáticos poderá dinamizar o ensino e promoveria entretenimento, diversão e prazer aos alunos durante o processo de aprendizagem (FALKEMBACH, 2006).

Os jogos didáticos possuem uma dimensão lúdica, pois ele é envolvente, interessante e informativo, como afirma MACEDO, PETTY e PASSOS (2005). Jogar trata-se de uma brincadeira organizada com regras visando um objetivo específico. Numa atividade lúdica o objeto não é apenas a diversão dos alunos, e sim, que eles possam aprender de forma diferenciada e envolvente.

JOUCOSKI e col. (2011) afirmam que “[...] instrumentos e métodos diferentes quando aplicados junto aos conteúdos tornam-se significativos para os estudantes que com isso passam a se interessar pelos conteúdos dos jogos”. Proporcionar uma atividade lúdica com o intuito de apresentar um conteúdo ao estudante poderá ser uma atividade com grandes resultados, pois espera-se despertar o interesse pelo conteúdo presente no jogo. Diferente do que ocorre, em muitos casos, quando os estes são simplesmente expostos diretamente no quadro pelo professor ao aluno.

É importante ressaltar, segundo KISHIMOTO (1996), que o jogo não é o fim, mas aquilo que irá conduzir a um conteúdo didático específico por intermédio da ação lúdica resultando na compreensão da informação.

Ainda segundo JOUCOSKI e col. (2011), os jogos didáticos incentivam o trabalho em equipe e proporcionam a interação professor-aluno, além de auxiliar no desenvolvimento do raciocínio e habilidades.

FORTUNA, (2003), afirma que “enquanto joga o aluno desenvolve a iniciativa, a imaginação, o raciocínio, a memória, a atenção, a curiosidade e o interesse, concentrando-se por longo tempo em uma atividade”. Desta forma, os jogos didáticos são grandes aliados no processo de ensino-aprendizagem, pois eles são



capazes de manter a atenção e concentração, especialmente dos jovens e crianças, estimulando o raciocínio e a criatividade na busca de completar o jogo ou solucioná-lo.

“Por aliar os aspectos lúdicos aos cognitivos, entendemos que o jogo é uma importante estratégia para o ensino e a aprendizagem de conceitos abstratos e complexos, favorecendo a motivação interna, o raciocínio, a argumentação, a interação entre alunos e entre professores e alunos (CAMPOS, BORTOLOTO e FELICIO, 2003).”

As atividades lúdicas em sala de aula devem ser direcionadas a melhorar o processo de aprendizagem. Então neste trabalho buscamos aperfeiçoar o aprendizado da óptica geométrica com a proposta de um jogo didático, tornando possível apresentar conceitos abstratos e complexos, mantendo a motivação interna na busca de solucionar os problemas propostos.

### **2.2.2 Jogo de Tabuleiro e aplicabilidades no ensino da Física**

Segundo PEREIRA, FUSINATO e NEVES (2009), os jogos didáticos possuem grande potencial para despertar o interesse dos alunos pelos conteúdos de Física, por aborda-los de forma lúdica, diferentemente do que ocorre em sala de aula, em sua maioria aulas expositivas, impossibilitando a participação dos alunos.

SOUZA (2017), afirma em seu trabalho que o jogo didático de tabuleiro foi capaz de proporcionar aprendizagem, de forma lúdica, de novos conteúdos de Física para alunos do ensino médio. Corroborando com os autores já citados nas seções anteriores, no qual, afirmam que os jogos didáticos possibilitam o ensino e a aprendizagem.

### 3 Óptica Geométrica

A aproximação de Óptica Geométrica (OG) pode explicar alguns fenômenos luminosos, tais como a reflexão e refração a partir da representação geométrica da luz em meios homogêneos. Para BARTHEM (2005), a característica mais importante da luz é a propriedade de se deslocar em linhas retas. Por razões didáticas, NEWTON, HELOU E GUALTER (2016), dividiram o estudo da óptica em duas partes, a Óptica Geométrica e a Óptica Física.

**Óptica Geométrica:** estuda os fenômenos ópticos com enfoque nas trajetórias seguidas pela luz. Fundamenta-se na noção de raio de luz e nas leis que regulamentam seu comportamento.

**Óptica Física:** estuda os fenômenos ópticos que exigem uma teoria sobre a natureza constitutiva da luz. (NEWTON; HELOU; GUALTER. 2016. p. 177.)

Corroborando com as definições acima descritas, GALLAS E DAHMEN (2009) definem óptica geométrica como a parte da óptica em que desprezamos o caráter ondulatório da luz, mas a consideramos como sendo formada por raios; enquanto, na óptica física é necessário usar as características ondulatórias da luz para explicar certos fenômenos físicos.

O conteúdo do nosso produto educacional desenvolvido contemplou apenas assuntos relacionado a Óptica Geométrica. No entanto, faremos uma breve explanação sobre a natureza da luz, ressaltando pontos históricos e a dualidade onda partícula.

#### 3.1 O que é a Luz?

Desde a antiguidade, os fenômenos luminosos já despertavam a curiosidade dos seres humanos. A luz era, por muitas vezes, associada ao fogo e até mesmo aos deuses. Os filósofos gregos foram os primeiros a darem explicações mais significativas a respeito da natureza da luz (ALBUQUERQUE, 2006).

Hoje em dia, sabemos que a luz possui uma natureza dual, ou seja, a luz é uma onda eletromagnética, e também é constituída por partículas denominada

fótons. Mas, até se chegar a esta conclusão, um longo caminho foi percorrido por renomados estudiosos.

De acordo com BARTHEM (2005), Demócrito (370/380 a.C.), filósofo grego e discípulo de Leucipo (490 a.C), influenciado pela teoria atomística, propôs que a luz seria constituída por pequenas partículas indivisíveis (átomos) pontiagudas, que provocavam queimaduras. Este era um modelo baseado na intuição, diferente da explicação para a luz proposta por Aristóteles (384 a 322 a.C), pois segundo ele os objetos luminosos emitem vibrações que atingem os olhos, e por conseguinte, permitiria que os objetos se tornem visíveis. Estas ideias não estão de acordo com o que sabemos atualmente sobre a natureza da luz. Esses foram os primeiros passos na busca da compreensão do mundo que nos cerca.

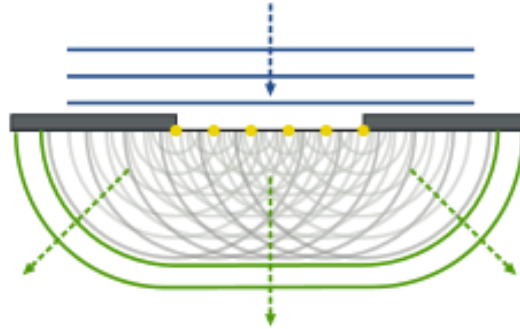
No século XVII, dois modelos surgiram para explicar a natureza da luz: a teoria corpuscular da luz e o modelo ondulatório. No modelo corpuscular a luz era formada por partículas, ideia semelhante a defendida por Demócrito, tendo Issac Newton como um de seus adeptos mais celebres e por muitas vezes atribuído de forma equivocada como sendo o criador desta ideia, como menciona SILVA (2011). Por outro lado, a teoria ondulatória, defendida por René Descartes (1596-1650), Christian Huygens (1629-1695), Robert Hooke (1635-1703), dentro outros, tratava a luz como uma onda.

Por volta do século XVII, dois modelos viriam a surgir, um favorecendo os corpúsculos e outra, as ondas. O primeiro desses modelos foi associado ao nome de Isaac Newton (vale lembrar que ele não foi o criador da ideia) e sustentava que a luz era composta por minúsculas partículas (corpúsculos). A segunda linha de pensamento, por sua vez, é associada aos nomes de René Descartes (1596-1650), Christian Huygens (1629-1695), Robert Hooke (1635- 1703). Estes, contrários ao modelo atrelado a Isaac Newton (1642-1727) (SILVA, 2011. p. 468).

No ano de 1690, o físico holandês Christian Huygens publicou o seu livro “Tratado sobre a Luz”, sendo a primeira contribuição significativa para a teoria ondulatória da luz, além de trazer neste mesmo trabalho o intitulado “Princípio de Huygens”, fundamental para o estudo de propagação das ondas em geral (NUSSENZVEIG, 1998). Neste princípio, “cada ponto de uma frente de onda é

tratado como uma fonte de uma onda esférica denominada onda secundária ou onda de Huygens (BARTHEM, 2005. p. 22)”, como mostrado na figura 1.

Figura 1 – Princípio de Huygens. Ondas planas de água atravessando uma fenda.



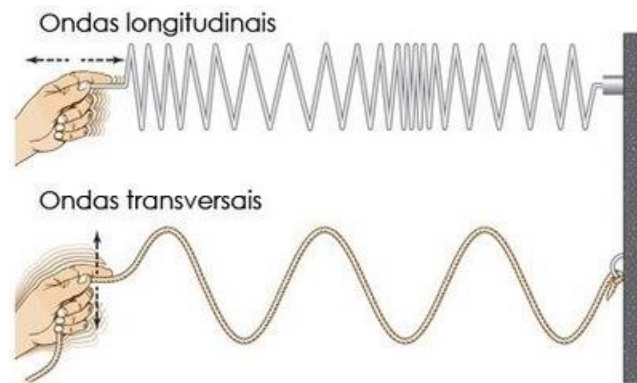
Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Princ%C3%ADpio\\_de\\_Huygens](https://pt.wikipedia.org/wiki/Princ%C3%ADpio_de_Huygens).

Na figura acima temos a representação de ondas planas na superfície da água atravessando uma fenda que consiste em uma passagem entre dois obstáculos postos frontalmente a frente de onda. Cada ponto da água que atravessa o obstáculo comporta-se como uma nova fonte de ondas esféricas ou circulares. Este princípio permitiu explicar diversos fenômenos ondulatórios, como a refração e a difração.

Segundo SILVA (2011), é nesta obra que Huygens se posiciona contra a teoria corpuscular da luz. Um de seus argumentos apresentados é que não seria possível vermos um objeto luminoso se esse emitisse partículas de luz como se fossem projéteis.

Em sua teoria ondulatória para a luz, Huygens considerava que a luz era uma onda longitudinal, ou seja, a onda vibrava no mesmo sentido de propagação. Ao contrário das ondas transversais que vibram perpendicularmente ao sentido de propagação (TIPLER; MOSCA, 2009). Podemos ver na figura 2 os dois tipos de ondas se propagando em uma corda.

Figura 2 – Representação de onda longitudinal e transversal se propagando em uma corda.



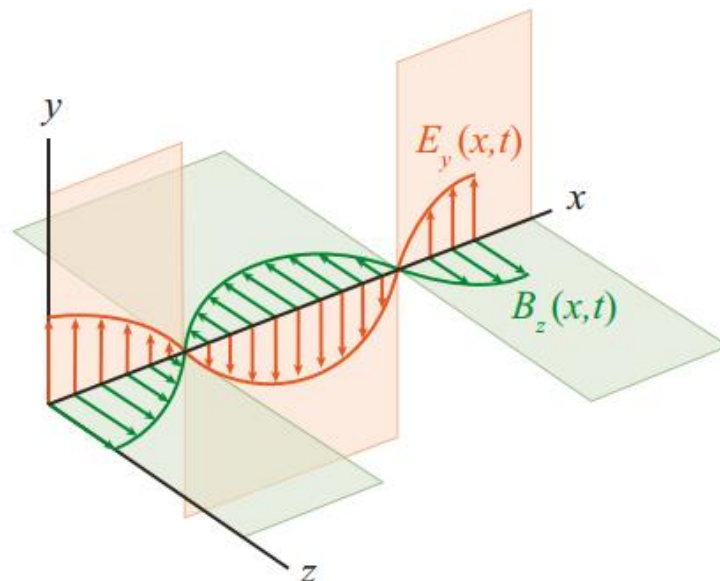
Fonte: <http://www.explicatorium.com/cfq-8/caracteristicas-das-ondas.html>.

Somente com a formulação das equações de Maxwell para o eletromagnetismo, em 1861, e com os experimentos de Hertz, em 1888, que se comprovou que a luz de fato era uma onda eletromagnética (NUSSENZVEIG, 1998).

[...] Maxwell, em 1861, após formular as equações básicas do campo eletromagnético, deduziu delas a existência de ondas eletromagnéticas, propagando-se com a velocidade da luz, levando-o a inferir que a luz é uma onda eletromagnética. A confirmação experimental da teoria eletromagnética da luz resultou das experiências de Hertz, em 1888, em que produziu ondas eletromagnéticas (de rádio) e mostrou que tinham propriedades análogas às da luz (NUSSENZVEIG, 1998. p. 2. vol. 4).

Os experimentos de Hertz concretizaram as ideias de Maxwell, validando a teoria ondulatória da luz (ALBUQUERQUE, 2006). Não restavam mais dúvidas a luz é uma onda eletromagnética. Toda onda eletromagnética, ou radiação eletromagnética, consiste em uma onda com sucessivas oscilações de campos elétricos e campos magnéticos, como podemos ver na figura 3.

Figura 3 – Vetores campo elétrico ( $\vec{E}$ ) e campo magnético ( $\vec{B}$ ) se propagando em sentido positivo na direção  $x$ .



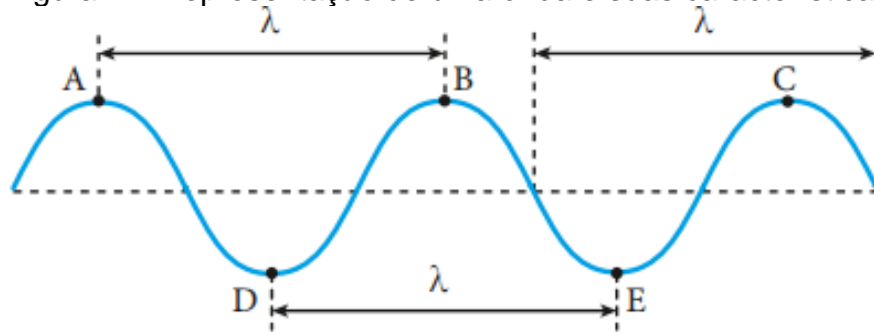
Fonte: GALLAS; DAHMEN (2009).

Na figura 3 vemos a representação de uma onda eletromagnética se deslocando na direção  $x$ , onde  $E_y(x, t)$  é o campo elétrico que oscila na direção do eixo  $y$ , e  $B_z(x, t)$ , sendo o campo magnético oscilante na direção do eixo  $z$ . Como o campo elétrico e o campo magnético são funções do tempo e dependem apenas de uma coordenada espacial, a coordenada  $x$ , então, trata-se de uma onda plana (TIPLER; MOSCA. 2009).

Considerando as equações de Maxwell para solucionar a equação de onda, foi possível encontrar que a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas era dada pela seguinte expressão,  $c = 1/\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$ , onde  $c$  é a velocidade da luz, já conhecida à época,  $\mu_0$  e  $\epsilon_0$  são as constantes de permeabilidade magnética do vácuo e a constante de permissividade elétrica do vácuo, respectivamente. O que lhe possibilitou deduzir que as ondas eletromagnéticas se propagavam no vácuo com a velocidade da luz, deste modo, inferindo que a luz é uma onda eletromagnética, posteriormente confirmada experimentalmente por Heinrich Hertz.

Algumas características das ondas são indispensáveis compreendermos, a saber: comprimento de onda, velocidade de propagação e frequência.

Figura 4 – Representação de uma onda e suas características.



Fonte: NEWTON; HELOU; GUALTER (2016).

Na figura 4, temos a representação de uma onda, na qual, os pontos A, B e C são chamados de cristas, correspondendo aos pontos mais altos de uma onda; enquanto os pontos D e E são chamados de vales, correspondendo aos pontos inferiores de uma onda. A distância entre duas cristas consecutivas ou entre dois vales consecutivos define o comprimento de onda ( $\lambda$ ). Sua unidade de medida no Sistema Internacional é o metro (m).

Outra grandeza fundamental é a frequência ( $f$ ), que indica a quantidade de ciclos que uma onda realizada por unidade de tempo sua unidade de medida no Sistema Internacional é o hertz ( $Hz$ ), cujo significado é ciclos por segundo.

De acordo HALLIDAY, RESNICK E WALKER (2009), a velocidade ( $v$ ) de uma onda progressiva é dada pela equação.

$$v = \lambda f \quad (1)$$

Por onda progressiva, entende-se que, são aquelas que se movem a partir da propagação de um pulso, havendo transporte de energia e de momento linear.

Curiosamente, segundo NUSSENZVEIG (1998), o próprio experimento de Hertz utilizado para confirmar que a luz era uma onda eletromagnética..... também possibilitou as primeiras evidências do efeito fotoelétrico, que iria permitir o renascimento da teoria corpuscular da luz.

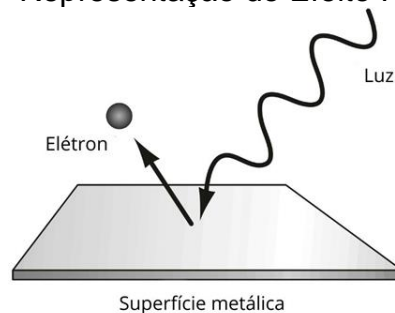
Albert Einstein, em 1905, para explicar o Efeito Fotoelétrico propôs que a radiação eletromagnética (luz) era quantizada, ou seja, formada por pacotes de energia denominados fótons ou quantum de luz, conforme mencionado por HALLIDAY, RESNICK E WALKER (2009). Cada fóton possui energia dada por

$$E = hf \quad (2)$$

Sendo  $h$  a constante de Planck, cujo valor  $h = 6,63 \times 10^{-34}$  J.s, e  $f$  a frequência da radiação eletromagnética. Além disso,  $hf$ , é a menor energia que um único fóton pode ter.

Ainda de acordo com esta hipótese, Einstein conseguiu explicar o Efeito Fotoelétrico, o que não era possível com a Física Clássica. A figura 5 mostra uma representação do Efeito Fotoelétrico, que segundo HALLIDAY; RESNICK e WALKER, (2009. p. 180), ocorre “Quando iluminamos a superfície de um metal com um raio luminoso de comprimento de onda suficientemente pequeno, a luz faz com que elétrons sejam emitidos pelo metal”.

Figura 5 – Representação do Efeito Fotoelétrico.



**Fonte:** <https://www.preparaenem.com/fisica/efeito-fotoeletrico.htm>

Vemos na figura 4 que ao incidir luz de alta frequência sobre uma superfície metálica, elétrons podem ser arrancados desta superfície. Mas, somente ondas eletromagnéticas de alta frequência serão capazes de fornecer energia suficiente para que o fenômeno ocorra.

A equação 3, de acordo com Einstein, representa a energia total de um único fóton, que será absorvida ou emitida por um elétron. No entanto, para que o elétron seja arrancado da placa, esta energia deverá ser maior que a função trabalho  $W$ , entendida como a energia mínima necessária para arrancar o elétron da placa metálica. A função trabalho é uma característica do tipo de metal da placa.

Deste modo, temos:

$$hf = K_{m\acute{a}x} + W \quad (3)$$

onde  $K_{m\acute{a}x}$  é a energia cinética máxima que o elétron irá adquirir caso a energia total seja maior que a função trabalho  $W$ .

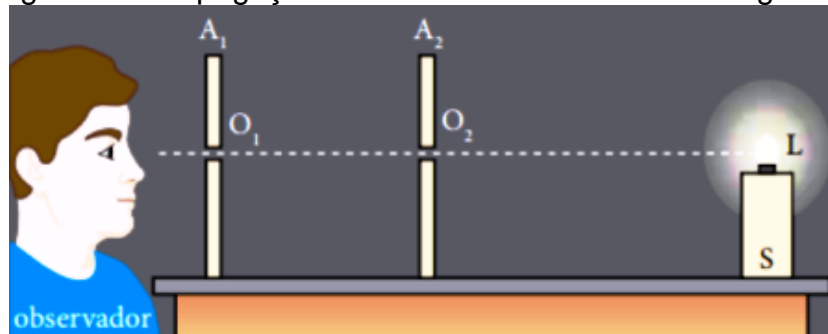


A partir da próxima seção, discutiremos sobre a óptica geométrica, seus princípios e suas principais aplicações. Caso seja necessário, retomaremos alguns pontos sobre o comportamento ondulatório da luz, ou seja, sua natureza eletromagnética.

### 3.2 Propagação retilínea da luz

NUSSENZVEIG (1998), afirma que “num meio homogêneo, como o ar [...], a luz se propaga em linha reta”, se comportando como raios luz, que são segmentos de retas que representam a trajetória descrita pela luz.

Figura 6 – Propagação retilínea da luz em meio homogêneo.

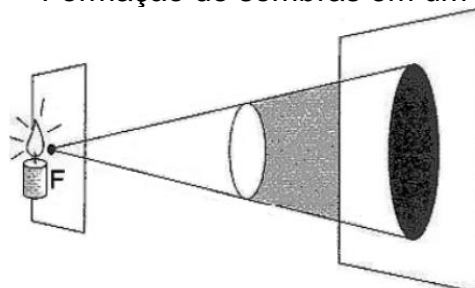


Fonte: Newton; Helou; Gualter (2016).

Na figura 6, considerando a fonte L, puntiforme, ou seja, suas dimensões são desprezíveis se comparadas com as demais envolvidas na observação (NUSSENZVEIG, 1998), a luz se propaga em linha reta, atravessando o orifício dos anteparos  $A_1$  e  $A_2$ , atingindo os olhos do observador.

A formação das sombras é uma consequência direta da propagação retilínea da luz. Na figura 7, temos uma fonte luminosa F que emite luz através do pequeno orifício iluminando o atemperado.

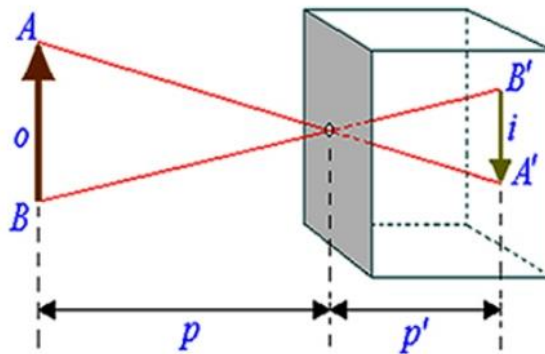
Figura 7 – Formação de sombras em um anteparo.



Fonte: NUSSENZVEIG (1998), vol. 4.

Outra consequência da propagação retilínea da luz é a câmara escura (figura 8), “que é basicamente constituída de uma caixa de paredes opacas e pretas internamente” (SILVA, 2015) e consiste em um protótipo das câmeras fotográficas. Os raios de luz atravessam o pequeno orifício, formando uma imagem "i" invertida, do objeto "o", no fundo da câmara escura.

Figura 8 – Câmara escura.



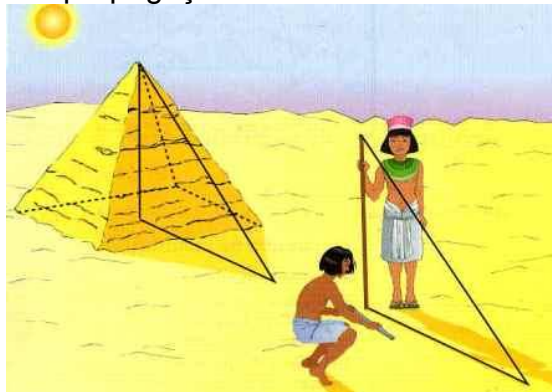
Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/camara-escura-orificio.htm>

Considerando o seguimento  $\overline{AB}$  como sendo a altura do objeto  $o$  e o seguimento  $\overline{A'B'}$  a altura da imagem  $i$ . Pode-se relacioná-las por meio de semelhança de triângulos em que  $p$  e  $p'$  são as distâncias do objeto ao orifício e do orifício a imagem, respectivamente.

$$\frac{\overline{AB}}{p} = \frac{\overline{A'B'}}{p'} \quad (4)$$

A equação (4) permite calcular quaisquer relações entre alturas de objetos e imagens comparadas, com os tamanhos de suas sombras projetadas sobre o solo ou outra superfície, conforme indicado na figura 9.

Figura 9 – Aplicação da propagação retilínea da no cálculo da altura de objetos.



Fonte: <http://matematicaferafacitec.blogspot.com/2011/08/tales-de-mileto-piramide-e-o->

### 3.3 Reflexão da luz

De acordo com TIPLER e MOSCA (2009),

Quando um feixe de luz incide na interface de separação entre dois meios diferentes, tal como a interface entre ar e vidro, parte da energia da luz é refletida e parte entra no segundo meio. Se a luz incidente não é perpendicular à superfície, então o feixe transmitido não é paralelo ao feixe incidente (TIPLER; MOSCA. vol. 2. p. 362. 2009).

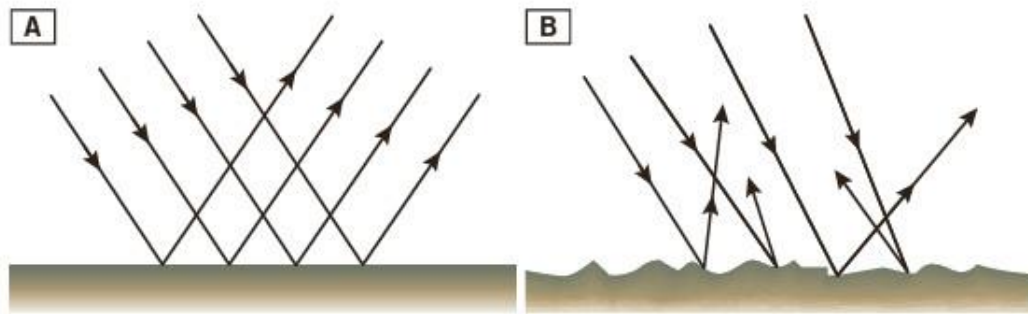
O fenômeno da reflexão da luz só ocorre quando a mesma incide sobre uma superfície de separação entre dois meios, retornando para o meio de origem. A luz refletida na superfície da água evidencia este fenômeno, no qual é gerado espelhos de água capazes de refletir a imagem de objetos. Para que haja a reflexão da luz é necessário que os meios sejam distintos.

Temos dois tipos de reflexão da luz: a reflexão especular e a reflexão difusa.

A reflexão a partir de uma superfície lisa é chamada de reflexão especular. Ela difere da reflexão difusa [...]. Consequentemente, como a superfície é rugosa, os raios de um ponto refletem em direções aleatórias e não divergem de nenhum ponto, logo não existe imagem (TIPLER; MOSCA. vol. 2. p. 364. 2009).

Ilustramos na figura 10 os dois tipos de reflexão da luz. Na reflexão especular os raios de luz refletidos apresentam uma continuidade, um padrão. Todos os raios refletidos são paralelos. Enquanto que, na reflexão difusa os raios de luz refletidos estão totalmente espalhados de forma não organizada.

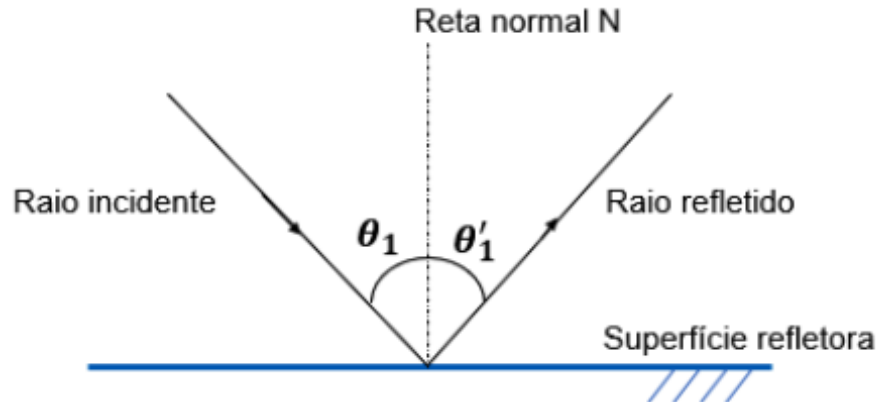
Figura 10 – Reflexão especular (A) e reflexão difusa (B).



Fonte: [https://www.santillana.pt/files/DNLCNT/Priv/\\_11809\\_c.book/282/index.html](https://www.santillana.pt/files/DNLCNT/Priv/_11809_c.book/282/index.html)

Na figura 11, o raio de luz incide sobre a superfície de separação entre dois meios homogêneos e distintos, retornando para o meio de origem. O raio de luz incidente, a reta normal à superfície e o raio refletido estão todos no mesmo plano, caracterizando a primeira lei da reflexão. Pela mesma figura, temos que o ângulo de incidência  $\theta_1$  é igual ao ângulo de reflexão  $\theta'_1$ . Esta observação experimental é denominada segunda lei da reflexão.

Figura 11 – Representação da reflexão da luz.



Fonte: O próprio autor.

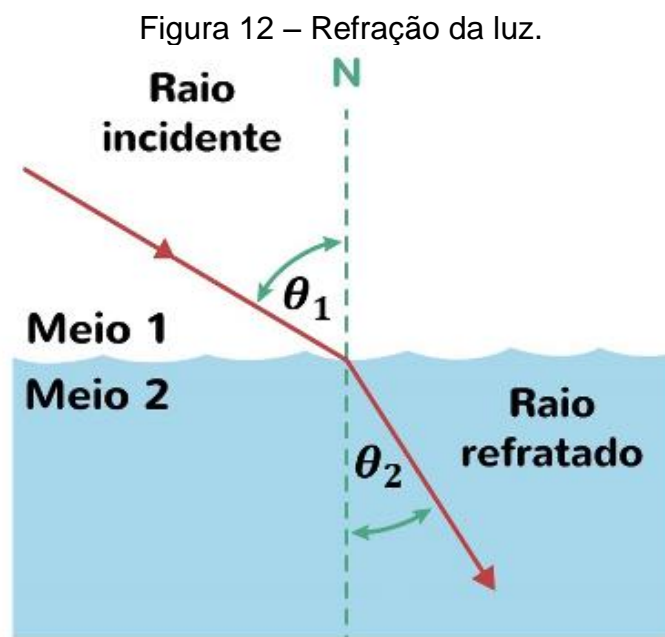
A equação (5) representa a lei da reflexão, este resultado já era conhecido desde a época da Grécia antiga.

$$\theta'_1 = \theta_1 \quad (5)$$

Por meio das duas leis da reflexão, detalhadas a cima, pode-se explicar diversos fenômenos ópticos em situações de reflexão especular da luz. Um exemplo disso, temos a formação de imagens nos espelhos planos.

### 3.4 Refração da Luz

Quando a luz atravessa uma superfície ou interface de separação entre dois meios distintos (por exemplo, do ar para a água), ocorre o fenômeno da refração (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009). Pela figura 12, observa-se que o raio de luz incidente forma um ângulo de  $\theta_1$  com a reta normal, e ao atravessar para o meio 2 sofre um desvio em sua trajetória, formando o ângulo de refração  $\theta_2$  com a reta normal.



Fonte: <https://blog.aprovatotal.com.br/refracao/>

De acordo com NUSSENZVEIG (2002), os ângulos  $\theta_1$  e  $\theta_2$  se relacionam por meio da Lei da refração de Snell, descoberta em 1621, no qual afirma que o raio de luz incidente e o raio refratado estão no mesmo plano, e

$$n_1 \text{ sen } \theta_1 = n_2 \text{ sen } \theta_2 \quad (\text{Lei da refração}) \quad (6)$$

onde  $n_1$  e  $n_2$  são constantes denominadas índice de refração, correspondentes respectivamente aos meios 1 e 2. Deduziremos a equação (6) na seção seguinte utilizando o princípio de Fermat.

O índice de refração  $n$  estabelece a relação entre a velocidade da luz no vácuo ( $c$ ) com a velocidade da luz ( $v$ ) no meio em questão, conforme a equação (7):

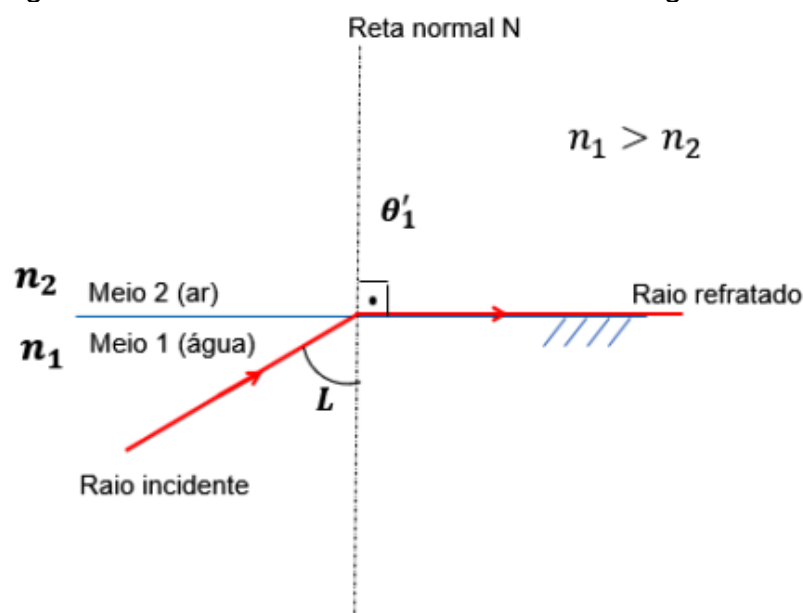
$$n = \frac{c}{v} \quad (7)$$

Como a velocidade da luz no vácuo é a máxima velocidade que a luz pode atingir, temos pela equação (7), que o menor valor para o índice de refração ocorre para o próprio vácuo, cujo valor é  $n = 1$ . Portanto, o índice de refração para outros meios é sempre um valor  $n > 1$ .

Além do mais, quando comparamos dois meios distintos, o meio de menor índice de refração é dito menos refringente, e o meio de maior índice é o mais refringente. A luz ao refratar da água para o ar, conforme a figura 12 tem seu raio refratado se aproximando da reta normal. No sentido inverso, quando a luz passa do meio mais refringente para o menos refringente, sua trajetória é desviada afastando-se da reta normal.

Dentre as aplicações da Lei de Snell, tem-se uma particularmente importante: o cálculo do ângulo limite para que ocorra a reflexão interna total. Quando a luz se propaga do meio mais refringente para o menos refringente, o raio refratado se afasta da reta normal. No entanto, quando o ângulo de incidência atingir o ângulo limite  $L$ , o ângulo de refração será de  $90^\circ$ , conforme a figura 13. A partir de valores maiores que  $L$  a luz sofre reflexão interna total.

Figura 13 – Reflexão interna total da luz e o ângulo limite.



Fonte: O próprio autor.

Através da equação (6) demonstraremos como calcular o ângulo limite. Temos que

$$\theta_1 = L$$

e

$$\theta_2 = 90^\circ$$

portanto,

$$n_1 \text{ sen } L = n_2 \text{ sen } 90^\circ$$

$$\text{sen } L = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{ou} \quad L = \text{arc sen} \left( \frac{n_2}{n_1} \right) \quad (8)$$

com  $\text{sen } 90^\circ = 1$

Para todo ângulo de incidência maior que  $L$ , ocorre à reflexão interna total, ou seja, a luz retorna para o meio de origem desde que o índice de refração  $n_1 > n_2$ .

A fibra ótica é uma aplicação direta da reflexão total, que consiste em um cilindro transparente de vidro (NUSSENZVEIG, 2002).

[...] Para ângulos de incidência nas paredes superiores ao ângulo crítico, a luz propaga-se dentro da fibra por reflexões totais sucessivas. A fibra funciona como um guia de ondas para a luz, permitindo transmiti-la a grandes distâncias com perdas extremamente pequenas, o que é usado em telefonia. Fibras óticas também são também usadas em vários instrumentos médico-cirúrgicos (NUSSENZVEIG, vol. 4. pag. 16. 2002).

A figura 14 representa o trajeto da luz numa fibra ótica de formato cilíndrico. Percebe-se que a luz se move ao longo da fibra por meio de sucessivas reflexões totais, garantindo perda mínima de energia. Esta descoberta possibilitou grandes avanços tecnológicos, sobretudo, na telefonia e no tráfego de dados de internet.

Figura 14 – Propagação da luz na fibra ótica.



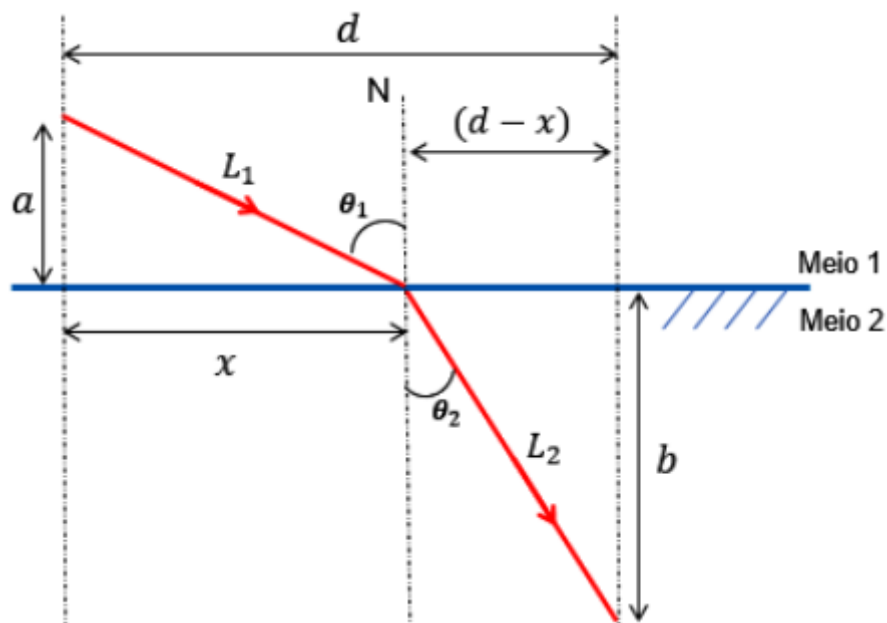
Fonte: <https://sinft.com.br/servicos/fibra-otica>

### 3.5 Princípio de Fermat e a dedução da lei de Snell para a refração da luz

A lei da refração de Snell, expressa pela equação (6) apresentada na seção anterior, pode ser deduzida através do princípio de Fermat: “A trajetória seguida pela luz viajando de um ponto a outro é tal que o tempo de viagem é mínimo. Isto é, a luz percorre a trajetória mais rápida (TIPLER E MOSCA, 2009)”. Quando a luz refrata do meio 1 (ar) para o meio 2 (água) na figura 12, necessariamente ela não “escolhe” o caminho mais curto, e sim, o caminho que levará o menor tempo para ser percorrido. O meio 2 é mais refringente que o meio 1, ou seja, a velocidade da luz é menor no meio 2 se comparada ao meio 1, então, afim de compensar a perda de velocidade ao se mover pelo meio 2, a luz tem sua trajetória alterada, aproximando-se da reta normal, a fim de percorrer o caminho no menor tempo possível.

Na figura 15, temos uma construção da geometria para dedução da lei de Snell a partir do princípio de Fermat.

Figura 15 – Construção geométrica para a dedução da lei de Snell pelo princípio de Fermat.



Fonte: Adaptado de Tipler e Mosca (2009).

Seguindo a dedução feita por TIPLER e MOSCA (2009), temos que o tempo total para a luz percorrer as distâncias  $L_1$  e  $L_2$  será dado por:



$$t = \frac{L_1}{v_1} + \frac{L_2}{v_2} = \frac{L_1}{c/n_1} + \frac{L_2}{c/n_2} = \frac{n_1 L_1}{c} + \frac{n_2 L_2}{c} \quad (9)$$

sendo  $v_1$  e  $v_2$  as velocidades da luz para os respectivos meios;  $n_1$  e  $n_2$  seus índices de refração.

Temos ainda que

$$L_1^2 = a^2 + x^2 \quad \text{e} \quad L_2^2 = b^2 + (d - x)^2 \quad (10)$$

Considerando o tempo  $t$  uma função do parâmetro  $x$ , e fazendo  $\frac{dt}{dx} = 0$ . Tem-se a possibilidade de encontrar um ponto de mínimo, garantindo assim, o princípio de Fermat.

Diferenciando a equação (9) com relação a  $x$ , obtemos:

$$\frac{dt}{dx} = \frac{d}{dx} \left( \frac{n_1 L_1}{c} + \frac{n_2 L_2}{c} \right) = \frac{1}{c} \left( n_1 \frac{dL_1}{dx} + n_2 \frac{dL_2}{dx} \right) = 0$$

ou

$$n_1 \frac{dL_1}{dx} + n_2 \frac{dL_2}{dx} = 0 \quad (11)$$

Derivando as equações (10) com relação a  $x$ , temos

$$2L_1 \frac{dL_1}{dx} = 2x \quad \Rightarrow \quad \frac{dL_1}{dx} = \frac{x}{L_1}$$

onde, pela figura 15,  $\text{sen } \theta_1 = x/L_1$ , resultando em

$$\frac{dL_1}{dx} = \text{sen } \theta_1 \quad (12)$$

e

$$2L_2 \frac{dL_2}{dx} = -2(d - x) \quad \Rightarrow \quad \frac{dL_2}{dx} = -\frac{(d - x)}{L_2}$$

onde, ainda pela figura 15,  $\text{sen } \theta_2 = (d - x)/L_2$ , resultando em

$$\frac{dL_2}{dx} = -\text{sen } \theta_2 \quad (13)$$

Substituindo as equações (12) e (13) na equação (11), obtemos:

$$n_1 \text{sen } \theta_1 + n_2 (-\text{sen } \theta_2) = 0$$

Resultando na lei de Snell para a refração da luz:

$$n_1 \text{sen } \theta_1 = n_2 \text{sen } \theta_2 .$$

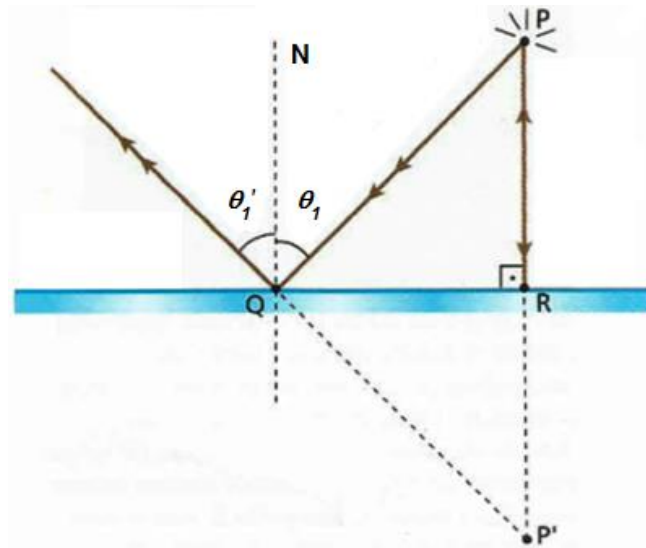
Como havíamos apresentado anteriormente, equação (6). Deste modo, fomos capazes deduzir a lei da refração da luz matematicamente pelo princípio de Fermat, e que havia sido descoberta experimentalmente por Snell em 1621.

### 3.6 Espelhos Planos

Para HALLIDAY, RESNICK e WALKER (2009), “o espelho é uma superfície que reflete um raio luminoso em uma direção definida em vez de absorvê-lo ou espalhá-lo em todas as direções”. Uma superfície metálica e polida se comporta com um espelho. Mas, se esta superfície for plana, teremos um espelho plano.

A imagem se forma nos espelhos planos de acordo com as leis da reflexão. Na figura 16, o objeto  $P$  é capaz de emitir luz e está posicionado diante do espelho plano ao qual gera uma imagem  $P'$  de  $P$ . Para determinar a formação de uma imagem pontual de um objeto pontual, traçamos dois raios de luz escolhidos de forma apropriada. O primeiro raio de luz,  $PQ$ , incide sobre o espelho gerando o ângulo de incidência  $\theta_1$ , que pela segunda lei da reflexão, é igual ao ângulo de reflexão  $\theta'_1$ . O segundo raio de luz é lançado perpendicularmente ao espelho no ponto  $R$ , retornando sobre si mesmo. Podemos observar, ainda pela figura 14, que a imagem gerada  $P'$  é formada pelos prolongamentos dos raios refletidos, resultando numa imagem virtual, que dista do espelho, tal qual o objeto.

Figura 16 – Formação de imagem no espelho plano.



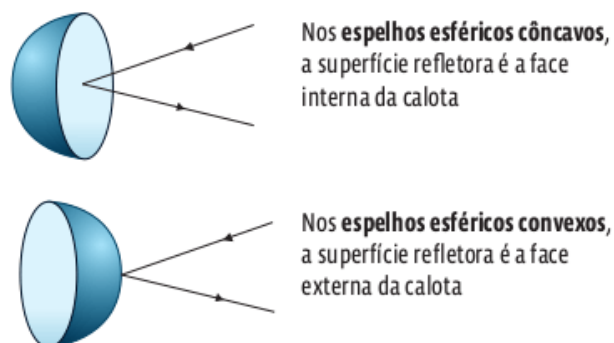
Fonte: RAMALHO, NICOLAU e TOLEDO. Vol. 2.

Uma imagem virtual é formada pelos prolongamentos dos raios de luz refletidos. Ela se forma na região “atrás” do espelho, nos dando a sensação de que a imagem está localizada “dentro” do espelho.

### 3.7 Espelhos esféricos

De acordo com NUSSENZVEIG (2002), o espelho esférico é uma superfície esférica e polida, que por razões práticas é mais simples de serem produzidas se comparadas com outros formatos de superfícies curvas, como mostrado na figura 17. Quando a parte refletora é a parte interna, denomina-se espelho côncavo, mas, se a parte refletora for a externa, teremos um espelho convexo.

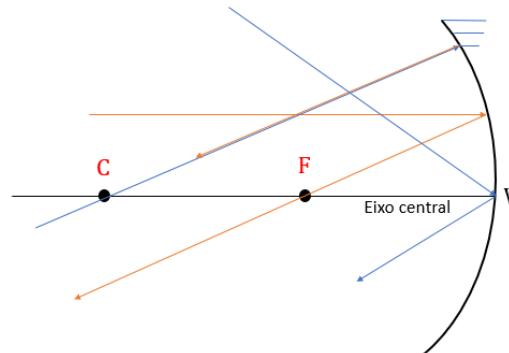
Figura 17 – Representação de espelhos côncavo e convexo.



Fonte: <https://www.gestaoeducacional.com.br/espelhos-esfericos-concavo-e-convexo/>

Na figura 18, temos a representação de um espelho côncavo com os três pontos principais sobre o eixo central. Os pontos  $C$ ,  $F$  e  $V$  são respectivamente, o centro de curvatura, ponto focal e o vértice. Considerando um ângulo de abertura próximo de  $10^\circ$ , obtemos três raios de luz que são capazes de formar imagens de objetos posicionados sobre o eixo central.

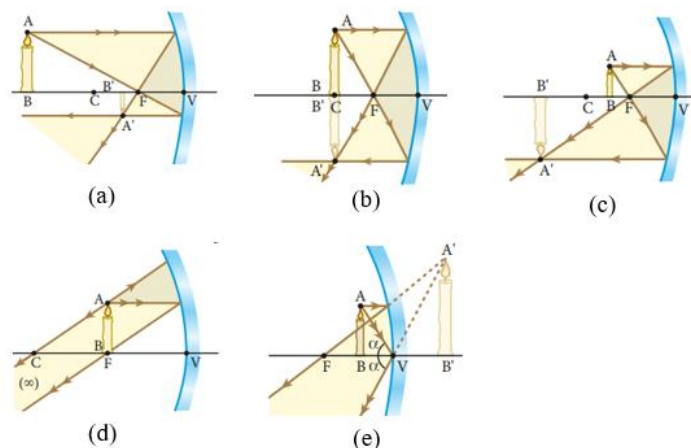
Figura 18 – Representação do espelho côncavo com os pontos principais e alguns raios particulares.



Fonte: O próprio autor.

O raio que passa pelo centro de curvatura ( $C$ ) incide sobre o espelho côncavo e reflete sobre si mesmo. O raio que incide sobre o espelho paralelamente ao eixo central, reflete passando pelo ponto focal ( $F$ ). Já o raio de luz que incide sobre o vértice ( $V$ ), reflete com um ângulo de reflexão igual ao ângulo de incidência, tomando como referência o eixo central. Analisaremos a formação de imagem de um objeto posicionado sobre o eixo central, de um espelho côncavo, em diferentes posições representadas na figura 19.

Figura 19 – Formação de imagens em um espelho côncavo a partir de um objeto posicionado sobre seu eixo central.



Fonte: NEWTON, HELOU e GUALTER (2016). Vol. 2.

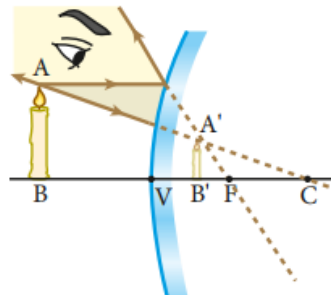
Na figura 19-a o objeto AB encontra-se além do centro de curvatura C; utilizando dois raios de luz apropriados, conforme visto, a imagem se forma no ponto onde os dois raios se encontram. A imagem gerada é real, pois ela é formada pelos próprios raios de luz, e não por seus prolongamentos. Se colocarmos uma tela (anteparo) na posição em que a imagem se encontra, a imagem será projetada na tela. Pois toda imagem real pode ser projetada sobre um anteparo devidamente posicionado. Vale ressaltar que toda imagem real é invertida em relação ao objeto, e formada no mesmo lado do espelho em que o objeto se encontra (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009).

Quando o objeto é posicionado sobre o centro de curvatura C (figura 19-b), a imagem gerada é real e de mesmo tamanho do objeto (igual). Mas quando posicionamos o objeto entre o ponto focal e o vértice do espelho côncavo, a imagem é ampliada, ou seja, ela é maior que o objeto. No entanto, ao colocarmos o objeto sobre o ponto focal, como mostra a figura 19-d, ambos os raios de luz escolhidos seguem paralelos; nesta situação não haverá formação de imagem.

Na figura 19-e, encontra-se a única situação pela qual o espelho côncavo gera imagens virtuais, quando o objeto está posicionado entre o foco e vértice V, as imagens formadas são sempre maiores que o objeto e virtuais, pois se formam a partir dos prolongamentos dos raios de luz refletidos.

Para os espelhos convexos, o centro de curvatura C e o ponto focal F estão posicionados na parte oposta a superfície refletora, conforme a figura 20. Podemos observar que a imagem formada neste espelho é sempre virtual e menor que o objeto. Diferentemente do que ocorre com o espelho côncavo, que produz tipos diferentes de imagem conforme se posiciona o objeto ao longo do eixo principal.

Figura 20 – Formação de imagem em um espelho convexo a partir de um objeto posicionado sobre seu eixo central.

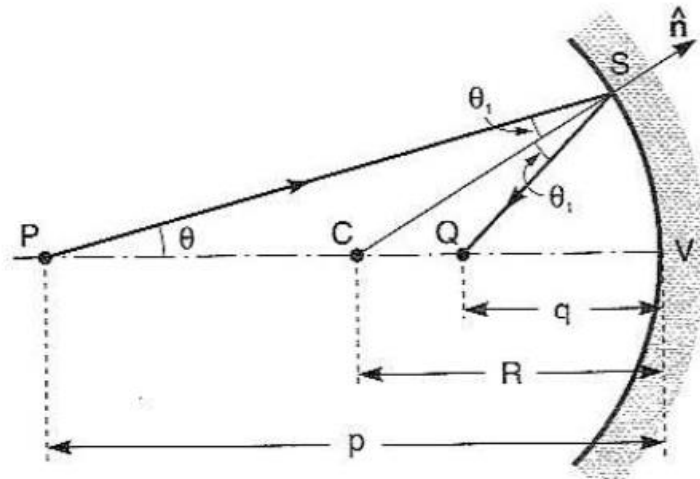


Fonte: Newton, Helou e Gualter (2016). Vol. 2.

### 3.8 Equação dos Espelhos Esféricos

Para se obter a equação que permite analisarmos a formação de imagens em espelhos esféricos, tomaremos como referência o espelho côncavo ilustrado na figura 21, conforme a dedução de Nussenzveig (2002).

Figura 21 – Espelho esférico côncavo.



Fonte: NUSSENZVEIG, 2002.

O seguimento de reta  $\overline{CV} = R$ ; é o raio de curvatura do espelho; o seguimento  $\overline{QV} = q$ , que trataremos como sendo a distância da imagem ao vértice  $V$ , é a distância do raio refletido  $QS$  ao tocar o eixo central no ponto  $Q$ , ao vértice. O seguimento  $\overline{PV} = p$ , representa a distância do objeto ao vértice do espelho.

Nosso objeto consiste em relacionar o seguimento  $\overline{QV} = q$  com seguimento  $\overline{PV} = p$  e com o ângulo  $\theta$ , desta forma, compreenderemos analiticamente como a distância do objeto e da imagem em relação ao espelho se relacionam com o centro de curvatura  $C$  e com a distância focal  $f$ .

Aplicando a lei dos senos ao triângulo  $CSP$ , obtemos:

$$\frac{p - R}{\text{sen } \theta_1} = \frac{R}{\text{sen } \theta} \quad (14)$$

Pelo triângulo  $SQP$ , tem-se que

$$\theta + 2\theta_1 + (\widehat{SQP}) = \pi$$

Vale ressaltar que a soma dos ângulos internos de um triângulo é igual a  $180^\circ \equiv \pi \text{ radianos}$ .

$$\widehat{SQP} = \pi - (\theta + 2\theta_1) \quad (15)$$

O que resulta em,

$$\frac{R - q}{\text{sen } \theta_1} = \frac{R}{\text{sen } (\theta + 2\theta_1)} \quad (16)$$

Conforme menciona NUSSENZVEIG (2002), para pequenas aberturas angulares é possível obter uma imagem nítida do espelho esférico, utilizando apenas os raios paraxiais que formam ângulos  $\theta$  com eixo, suficientemente pequenos no qual podemos utilizar a seguinte aproximação da série de Taylor para o seno:

$$\text{sen } \theta = \theta - \frac{\theta^3}{3!} + \dots \cong \theta$$

Assim, podemos reescrever as equações (14) e (16), o que resulta em

$$\frac{p - R}{R} = \frac{\theta_1}{\theta} \quad (17)$$

e

$$\frac{R - q}{R} = \frac{\theta_1}{\theta + 2\theta_1} = \frac{\theta_1/\theta}{1 + \frac{2\theta_1}{\theta}} \quad (18)$$

Substituindo (17) em (18), temos:

$$\begin{aligned} \frac{R - q}{R} &= \frac{\frac{p - R}{R}}{1 + 2\frac{p - R}{R}} \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{q}{R} &= \frac{\frac{p}{R}}{-1 + 2\frac{p}{R}} \end{aligned}$$

Resultando em:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{2}{R} \quad (19)$$

Da equação (19), se fizermos  $p$  tender ao infinito “obtemos a imagem de um objeto infinitamente distante, que pode ser interpretado como um raio paralelo ao eixo (NUSSENZVEIG, 2002)”.

Deste modo, a posição da imagem  $q$ , tende a

$$f = \frac{R}{2} \quad (20)$$

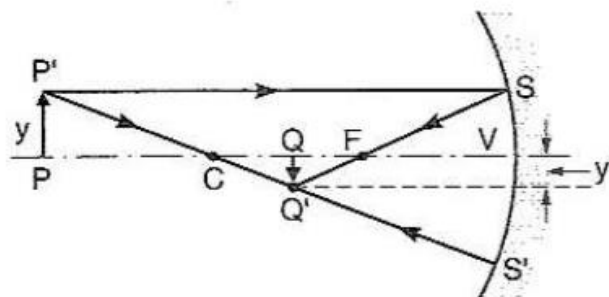
sendo  $f$  a distância focal do espelho esférico.

Por fim, a equação (19) pode ser escrita na forma:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad (\text{equação para os espelhos esféricos}) \quad (21)$$

Com a equação (21) pode-se estudar a formação de imagens nos espelhos esféricos côncavos e convexos, segundo suas posições relativas ao vértice do espelho. Para as posições localizadas em frente aos espelhos os valores serão positivos, mas para os pontos situados na parte de trás do espelho (região virtual), os valores serão negativos. Sendo assim, a distância focal do espelho côncavo sempre será um valor positivo, e para o espelho convexo será um valor negativo.

Pela figura 22, conforme NUSSENZVEIG (2002) pode-se estabelecer o aumento linear lateral  $m$  do espelho. Onde  $y$  é a altura do objeto e  $y'$  a altura de sua imagem.



Fonte: Nussenzveig, 2002.



Como os triângulos  $PP'C$  e  $QQ'C$  são semelhantes, temos:

$$-\frac{y'}{y} = \frac{\overline{CQ}}{\overline{PC}} = \frac{R - q}{p - R}$$

Colocando em evidência  $q$  e  $p$ , resulta em

$$-\frac{y'}{y} = \frac{R - q}{p - R} = \frac{q}{p} \cdot \frac{\frac{R}{q} - 1}{1 - \frac{R}{q}}$$

mas, pela equação (19), o termo

$$\frac{\frac{R}{q} - 1}{1 - \frac{R}{q}} = 1$$

portanto, o aumento linear lateral  $m$ , é:

$$m = \frac{y'}{y} = -\frac{q}{p} \quad (\text{aumento linear lateral}) \quad (22)$$

A equação (22) permite determinar o poder de resolução de um espelho esférico, seja ele côncavo ou convexo. Possibilitando calcular o quanto uma imagem diminui ou aumenta com relação ao objeto, ou o quanto a posição da imagem se aproxima ou se afasta do vértice do espelho. O sinal negativo na equação garante quando a imagem é virtual, ou seja, invertida.

## 4 METODOLOGIA

Nesta seção detalharemos os procedimentos metodológicos que foram empregados no desenvolvimento da pesquisa e do produto educacional, com a finalidade de se atingir os objetivos do trabalho.

### 4.1 Caracterização da Pesquisa

Diante do problema e da motivação da pesquisa, expostos anteriormente, optamos por uma pesquisa de campo de abordagem qualitativa.

Para CHIZZOTTI (2008, p. 82),

O pesquisador é parte fundamental da pesquisa qualitativa. Ele deve, preliminarmente, despojar-se de preconceitos, predisposições para assumir uma atitude aberta a todas as manifestações que observa, sem adiantar explicações nem conduzir-se pelas aparências imediatas, a fim de alcançar uma compreensão global dos fenômenos. Essa compreensão será alcançada com uma conduta participante que partilhe da cultura, das práticas, das percepções e experiências dos sujeitos da pesquisa, procurando compreender a significação social por eles atribuída ao mundo que os circunda e aos atos que realizam (CHIZZOTTI, 2008, p. 82).

Para BOGDAN e BIKLEN (1982, apud LUDKE e ANDRÉ, 2018, p. 14) a pesquisa qualitativa envolve a obtenção de dados descritivos e enfatiza mais o processo do que o produto, e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes.

Retratar a perspectiva dos alunos quanto à estratégia proposta nesta pesquisa, para o Ensino da Física, é fundamental. Para CHIAPETTI (2010) uma característica importante da pesquisa qualitativa é seu aspecto exploratório, que incentiva os sujeitos a pensarem livremente sobre algum tema, objeto ou conceito.

Segundo MARTINELLI (1999, p.24, apud Oliveira, 2007, p. 37), “em pesquisas de abordagem qualitativa todos os fatos e fenômenos são significativos e relevantes [...]”.

De acordo com MINAYO (2009, p. 53, apud Chiapetti, 2010, pag. 145), a pesquisa de campo é “o recorte que o pesquisador faz em termos de espaço, representando uma realidade empírica a ser estudada a partir das concepções teóricas que fundamentam o objeto da investigação”.

Neste sentido, envaidecia-se que a pesquisa qualitativa foi a escolha mais apropriada para a execução e elaboração do trabalho, por conseguinte, do produto educacional.

## 4.2 Campo Empírico da Pesquisa

A pesquisa foi realizada no Centro de Tempo Integral (CETI) João Henrique de Almeida Sousa, pertencente à rede estadual de educação do estado Piauí, localizada na zona Sul de Teresina, no bairro Morada Nova.

## 4.3 Participantes da Pesquisa

A pesquisa teve como participantes 38 alunos da 2ª série A do Ensino Médio. A escola possui três turmas de 2ª série, divididas em A, B e C. O critério de escolha da turma participante da pesquisa ocorreu de forma aleatória por sorteio. O professor-pesquisador era o titular da turma.

No Quadro 1, apresentamos um esboço dos encontros formativos/aulas e suas ações, datas e carga horária da pesquisa de campo.

**Quadro 1:** Esboço dos encontros formativos/aulas e suas ações, datas e carga horária da pesquisa de campo.

Encontros/ Aulas	Data	Carga horária	Ações
1º (aula híbrida)	16/11/2021	1 h/a	Aplicação do questionário 1 (perfil do aluno) e questionário 2 (conhecimentos prévios dos alunos).
2º (aula remota)	19/11/2021	1 h/a	Estudo sobre os fundamentos da Óptica Geométrica e seus princípios.
3º (aula híbrida)	22/11/2021	2 h/a	Estudo sobre espelhos planos, formação de imagens, curiosidades e aplicações.
4º (aula híbrida)	23/11/2021	1 h/a	Estudo sobre os espelhos esféricos e suas aplicações.
5º (aula remota)	26/11/2021	2 h/a	Estudo sobre a refração da luz e a Lei de Snell.

6º (aula híbrida)	29/11/2021	2h/a	Aplicação do Produto Educacional (Jogo didático: trilha da óptica geométrica). Aplicação do questionário 3 (Avaliação do jogo “Trilha da Óptica geométrica” e suas possibilidades de mediação na apropriação dos conceitos de óptica geométrica). Primeira parte da turma.
7º (aula híbrida)	03/12/2021	2h/a	Aplicação do Produto Educacional (Jogo didático: trilha da óptica geométrica). Aplicação do questionário 3 (Avaliação do jogo “Trilha da Óptica geométrica” e suas possibilidades de mediação na apropriação dos conceitos de óptica geométrica). Segunda parte da turma.

Fonte: O próprio autor, 2021.

Os encontros formativos/aulas e suas ações foram desenvolvidos em sete encontros, totalizando onze horas de aula (11h de aula) intercaladas entre aulas híbridas e remotas. Totalizando 5 encontros formativos híbridos (11h de aula) e 2 encontros remotos (3h de aula). As aulas híbridas foram realizadas no mês de setembro de 2021. Até então, as aulas eram exclusivamente no formato remoto, devido à pandemia de COVID-19. Os dois últimos encontros, sexto e sétimo, destinamos a aplicação do P.E. (jogo didático) e do questionário 3 (Avaliação do jogo “Trilha da Óptica Geométrica” e suas possibilidades de mediação na apropriação dos conceitos de Óptica Geométrica). Em virtude das medidas restritivas devido à pandemia da COVID-19, fez-se necessário dividir a aplicação do P.E. em dois encontros distintos, cada um a metade da turma. Desta forma a aplicação ocorreu em conformidade com as medidas de segurança.

#### 4.4 Técnicas e Instrumentos de Coleta de Dados

Para a coleta dos dados necessários para avaliar o Produto Educacional (PE), utilizamos a aplicação de questionários, ao total foram três, e a observação sistematizada.

Oliveira (2007, p. 83) define o questionário como sendo

[...] uma técnica para obtenção de informações sobre sentimentos, crenças, expectativas, situações vivenciadas e sobre todo e qualquer dado que o pesquisador(a) deseja registrar para atender os objetivos de seu estudo. Em regra geral, os questionários têm como principal objetivo descrever características de uma pessoa ou de determinados grupos sociais (Oliveira, 2007, p. 83).

No primeiro encontro/formativo aplicamos dois questionários. O primeiro destinado a analisar o perfil dos alunos participantes, com perguntas fechadas sobre aspectos socioeconômicos. Enquanto o segundo questionário (teste diagnóstico) teve a finalidade de identificar os conhecimentos prévios que os estudantes possuíam sobre Óptica Geométrica, este último com questões abertas e fechadas, e comentários livres.

Nas aulas destinadas a aplicação do PE, apresentamos o jogo: “Trilha da Óptica Geométrica”, e prosseguimos com as atividades. E nos 20 minutos finais da aula aplicamos o terceiro questionário (Avaliação do jogo e suas possibilidades de mediação na apropriação dos conceitos de óptica geométrica).

Durante todo o processo de implementação da pesquisa e dos encontros formativos em sala de aula realizamos a observação participante. Oliveira (2007), corroborando com Duverger (1975) e Cruz Neto (1996), diz que a observação participante se dar através de um contato direto do pesquisador com o fenômeno observado com o intuito de obter informações dos participantes da pesquisa em seu próprio contexto.

Ainda segundo Oliveira (2007), na observação participante o pesquisador é parte integrante do grupo pesquisado, estabelecendo com eles uma relação direta em situações formais e informais em constante diálogo.

## 4.5 Produto Educacional

Diante do exposto sobre a teoria da aprendizagem de Vygotsky (2007), propomos o Produto Educacional (PE) descrito nessa seção.

Dentre os jogos de tabuleiro, optamos pelo jogo de trilhas com enfoque didático, objetivando a aprendizagem dos conceitos fundamentais de Óptica Geométrica. O jogo de tabuleiro e os materiais necessários para a sua confecção, representam os instrumentos e signos conforme a teoria da aprendizagem de Vygotsky, que serão mediados pelo professor-pesquisador.

Neste PE buscamos verificar se através da interação social entre os alunos, e a utilização dos instrumentos e signos próprios do jogo didático, foi possível aprimorar os conhecimentos prévios dos alunos, levando-os ao entendimento e aprofundamento dos conteúdos de física propostos neste trabalho.

Na aplicação do PE os alunos foram divididos em grupos para que os mesmos pudessem interagir e participar da atividade, respeitando as regras e condições estabelecidas pelo professor mediador.

### 4.5.1 O jogo didático: “Trilha da Óptica Geométrica”

O Produto Educacional (PE) consiste em um jogo didático de trilha, no qual foram elaboradas regras para sua aplicação, visando mediar o ensino de Óptica Geométrica através do lúdico, proporcionando a aprendizagem de forma interativa, dinâmica e diversificada.

“O momento de maior significado do curso do desenvolvimento intelectual, que dá origem às formas puramente humanas de inteligência prática e abstrata, acontece quando a fala e a atividade prática, então duas linhas completamente independentes de desenvolvimento, convergem (VIGOTISKY, 2007).”

Utilizando o editor de texto Microsoft Word – 2019, foi elaborado tabuleiro, conforme figura 23, e as cartas, mostradas na figura 24. Para a aplicação do jogo em sala de aula foram confeccionados, em papel cartão, três tabuleiros e três conjuntos com 32 cartas, para cada jogo, contendo perguntas sobre Óptica Geométrica. Utilizamos pequenas peças coloridas e dados de brinquedo para

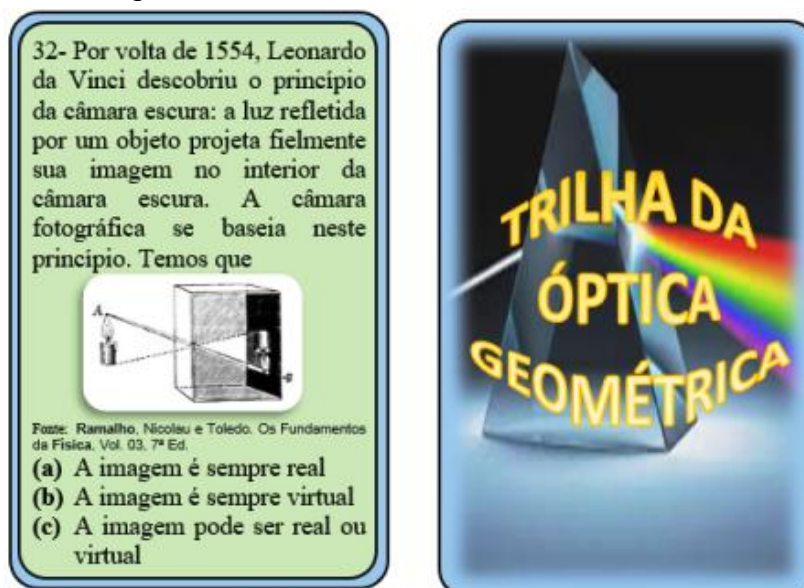
percorrer as casas do tabuleiro. O resultado final do jogo pode ser conferido na figura 25.

Figura 23 – Modelo do jogo: “Trilha da Óptica Geométrica”.



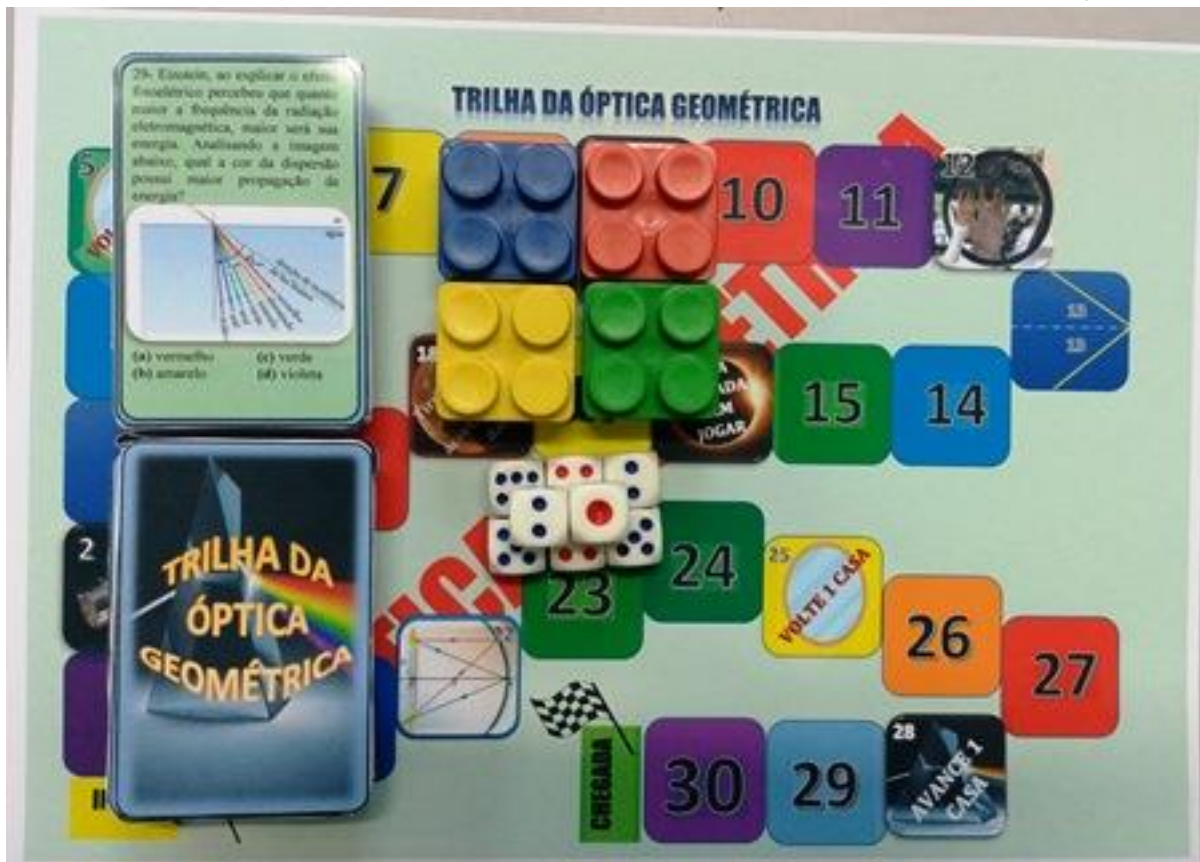
Fonte: O próprio autor.

Figura 24 – Modelo de carta, frente e verso.



Fonte: Dados do autor.

Figura 25 – Jogo didático, “Trilha da Óptica Geométrica” após a finalização.



Fonte: Dados do autor.

#### 4.5.2 As regras do jogo

Recomendamos que sejam formados grupos de 5 ou 7 alunos, sendo que em cada grupo deve ser escolhido um aluno mediador, que juntamente ao professor, auxiliará o grupo durante o jogo. No quadro 2, abaixo, detalhamos as regras do jogo, assim como a função do aluno mediador e do professor mediador.

**Quadro 2:** Detalhamento das quatro regras do jogo: “Trilha da Óptica Geométrica”.

- ❖ **REGRA 1** - O mediador (aluno), definirá em sorteio a dupla que iniciará o jogo e a ordem das demais duplas (se houver 3 duplas).
- ❖ **REGRA 2** - A primeira dupla retira uma carta do “monte”, responde a pergunta, se correta, joga o dado para cima e avança o número de casas correspondentes com a peça representante do grupo. Caso a resposta esteja errada, a dupla permanece na mesma posição. As demais duplas jogam em seguida.



*OBS! Se “cair” em alguma casa especial, deverá seguir a instrução da casa correspondente. Podendo avançar, retirar uma nova carta e jogar o dado novamente, retornar a casa anterior, ou ficar uma rodada sem jogar.*

❖ *REGRA 3* - Vencerá o jogo a dupla que alcançar, com sua peça, a casa “CHEGADA”. As demais duplas continuam o jogo para definir as outras posições (caso tenham 3 duplas).

❖ *REGRA 4* - Participar do jogo, “Trilha da Óptica Geométrica”, para interagir com os colegas de turma e com o professor, objetivando a aprendizagem, sem desrespeitar os demais, prezando pelo bom convívio.

**O aluno mediador.**

- ❖ O mediador terá a função de organizar o jogo, observar a ordem de participação de cada dupla, conferir e anunciar o gabarito das cartas retiradas durante a partida.
- ❖ Zelar pela ordem e respeito entre os participantes do jogo didático juntamente com o professor responsável pela turma.

**O professor mediador.**

Caberá ao professor mediador, organizar os grupos, escolher os alunos mediadores, observando aqueles que tenham interesse em mediar, proporcionar o ambiente adequado para aplicação do jogo didático e zelar pela organização e respeito entre todos os participantes.

Fonte: O próprio Autor, 2021.

É importante ressaltar que estas regras são uma orientação para a aplicação do PE, podendo ser alteradas de acordo com as circunstâncias e particularidades de cada sala de aula.

#### **4.6 Processo de coleta de dados**

Para a aplicação do Produto Educacional, foram desenvolvidas 11 aulas, que se alternaram em híbridas e remotas. Este contexto deve-se as medidas de restrições sanitárias, devido a COVID-19, e orientadas pela Secretaria de Educação do Piauí. Os encontros alternaram entre uma aula e duas aulas, com 50 minutos de duração. Sendo assim, descreveremos os 11 encontros, onde os dois últimos

encontros foram destinados a aplicação do jogo didático: “Trilha da Óptica Geométrica”.

#### **4.6.1 Primeiro encontro: apresentação da pesquisa (1 aula – híbrida)**

No primeiro encontro, foi explicado aos alunos sobre o objetivo da pesquisa, que busca, por meio de um jogo didático avaliar as possibilidades para a aprendizagem da Óptica Geométrica através desse recurso didático. Por ser uma aula híbrida, parte da turma estava presente em sala de aula, e 9 alunos estavam acompanhando a aula remotamente.

Em seguida, foram distribuídos dois questionários, um sobre o perfil do aluno e o outro um pré-teste, que visava analisar os conhecimentos dos participantes da pesquisa acerca da Óptica Geométrica.

#### **4.6.2 Segundo encontro: Estudando os fundamentos da Óptica Geométrica (1 aula – remota)**

No segundo encontro, que ocorreu remotamente através do Google Meet, foram estudados os princípios da Óptica Geométrica: princípio da propagação retilínea da luz, princípio da independência dos raios de luz e o princípio da reversibilidade dos raios de luz. Além de curiosidades, tal como o fato de a luz ser uma onda eletromagnética e também composta por partículas, denominada fótons.

Os alunos se mostraram interessados no conteúdo, fazendo perguntas sobre viagens no tempo, velocidades maiores que a da luz, entre outras. Eles também foram provocados a refletirem sobre alguns fenômenos luminosos, como a formação de imagens e das cores, o arco-íris, câmera fotográfica, eclipses... As perguntas foram sendo respondidas ao longo da aula.

#### **4.6.3 Terceiro encontro: Estudando os espelhos planos (2 aulas – híbrida)**

Neste encontro, tivemos duas aulas seguidas no formato híbrido. Metade da turma acompanhou a aula presencialmente e a outra metade acompanhou remotamente. A aula seguiu de forma expositiva e dialogada, analisando a formação de imagens nos espelhos planos. Para exemplificar a trajetória descrita pelos raios

de luz, utilizamos o simulador *Phet Simulation*, disponibilizado gratuitamente pela *University of Colorado Boulder*<sup>1</sup>.

#### **4.6.4 Quarto encontro: Estudo sobre os espelhos esféricos e suas aplicações (1 aula – híbrida)**

O quarto encontro, também híbrido, foi realizado em uma aula extra previamente combinada com os alunos e a coordenação da escola. Nesta aula discutimos os espelhos esféricos: côncavo e convexo. Analisamos a formação de imagens para cada tipo de espelho e a equação de Gauss, que permite calcular as posições relativas de objetos e suas respectivas imagens no espelho esférico. Todo o conteúdo foi exposto com o uso de data-show.

A aula seguiu dinâmica e dialogada, os alunos novamente se mostraram entusiasmados com o conteúdo, exemplos práticos foram apresentados aos alunos das utilidades dos espelhos esféricos. Por exemplo, o formato das antenas parabólicas, retrovisores de carros e o forno solar.

#### **4.6.5 Quinto encontro: Estudo sobre a refração da luz e a Lei de Snell (2 aulas – remotas)**

O quinto encontro foi o último destinado ao desenvolvimento de conteúdo. Nestas duas aulas remotas apresentamos inicialmente vídeos do *YouTube*<sup>2</sup>, com curiosidades sobre o fenômeno da refração da luz. Discutimos sobre a formação do arco-íris, a aparência quebrada de objetos submersos na água, o funcionamento das fibras ópticas, dentro outros.

Esta aula antecipou o dia de aplicação do Produto Educacional, então, aproveitamos para reforçar sobre a aplicação e que a mesma se daria em dois dias, além de recordar os conteúdos de Óptica Geométricas estudados até o momento.

---

<sup>1</sup> O simulador *Phet Simulation*, pode ser acessado gratuitamente através do link: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/filter?subjects=physics&type=html,prototype](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/filter?subjects=physics&type=html,prototype). Onde constará uma série de simulações de situações físicas, além de outras áreas da ciência.

<sup>2</sup> O YouTube é uma plataforma de compartilhamento de vídeos, que pode ser acessada através do link: <https://www.youtube.com/> a partir de qualquer dispositivo que tenha conexão com a internet e possua um navegador para a internet com compatibilidade para a reprodução de vídeos.

#### **4.6.6 Sexto e sétimo encontro: aplicação do produto educacional (2 aulas – híbrida)**

A aplicação do Produto Educacional (jogo didático: “Trilha da Óptica Geométrica”) foi dividida em dois encontros, em razão da pandemia de COVID-19, e conforme orientações da Secretaria de Educação do Estado do Piauí (SEDUC), as aulas presenciais ocorreram no formato híbrido, sendo que, metade da turma que participou do sexto encontro, participou remotamente do sétimo encontro, e neste o PE foi aplicado para outra parte da turma, que estava remotamente no sexto encontro.

Ao todo, 13 alunos participaram presencialmente da primeira aplicação do PE, e os alunos que estavam no formato remoto puderam acompanhar via *Google Meet* o desenvolvimento da aula. No entanto, foi destinado para os mesmos uma atividade de revisão, em virtude das avaliações que ocorreriam na semana seguinte.

Na segunda aplicação do PE, que ocorreu no sétimo encontro (2 aulas híbridas), 14 alunos participaram presencialmente, aos demais, que estavam acompanhando a aula remotamente, foi encaminhada uma atividade de revisão para as avaliações finais.

Ambas as aplicações ocorreram de forma satisfatória e sem maiores complicações. O jogo didático: “Trilha da Óptica Geométrica” foi apresentado aos alunos, bem como o detalhamento de suas regras. O professor-pesquisador orientou a formação de grupos e na escolha do aluno mediador para cada grupo. Os detalhes das duas aplicações estão expostos na próxima seção, na parte destinada para a análise e discussão dos resultados obtidos do questionário 3.

## **5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS**

No primeiro encontro, no total de sete, para o desenvolvimento de conteúdos e aplicação do PE; explicamos aos alunos da turma participante, turma A do 2º ano do ensino médio, sobre a pesquisa e seus objetivos. Logo em seguida, aplicou-se os questionários 1 e 2 para os alunos que participavam presencialmente por meio de questionários impressos, e para os alunos participantes remotamente, através de link do Google Forms disponibilizado através do Google Meet. O primeiro questionário tratava sobre o perfil dos alunos, enquanto o segundo objetivava analisar os conhecimentos prévios dos alunos acerca da Óptica Geométrica. Enquanto o terceiro questionário destinamos para a análise da aplicação do PE; este último foi aplicado ao final das duas aulas destinadas ao jogo didático.

### **5.1 Análise dos dados obtidos com o questionário 1: perfil dos alunos**

O questionário 1 (Apêndice A) continha 9 perguntas objetivas, com as 6 primeiras perguntas destinadas para caracterizar o perfil socioeconômicos dos alunos e nas 3 últimas perguntas buscamos identificar a situação escolar dos participantes. Ao todo, 26 alunos participaram do primeiro encontro, sendo 9 alunos de forma remota e 17 presencialmente. Ressaltamos que a turma continha 38 alunos ativos, em que metade da turma assistiu às aulas online através da plataforma Google Meet, ou seja, 19 alunos, e os demais assistiriam à aula presencialmente.

De acordo com os dados obtidos, 69% (18) dos participantes são do sexo feminino, enquanto 31% (8) são do sexo masculino.

Observamos ainda que 96% (25) dos alunos estão na faixa etária entre 15 a 16 anos, ou seja, estão na idade própria para cursar a 2º série do ensino médio.

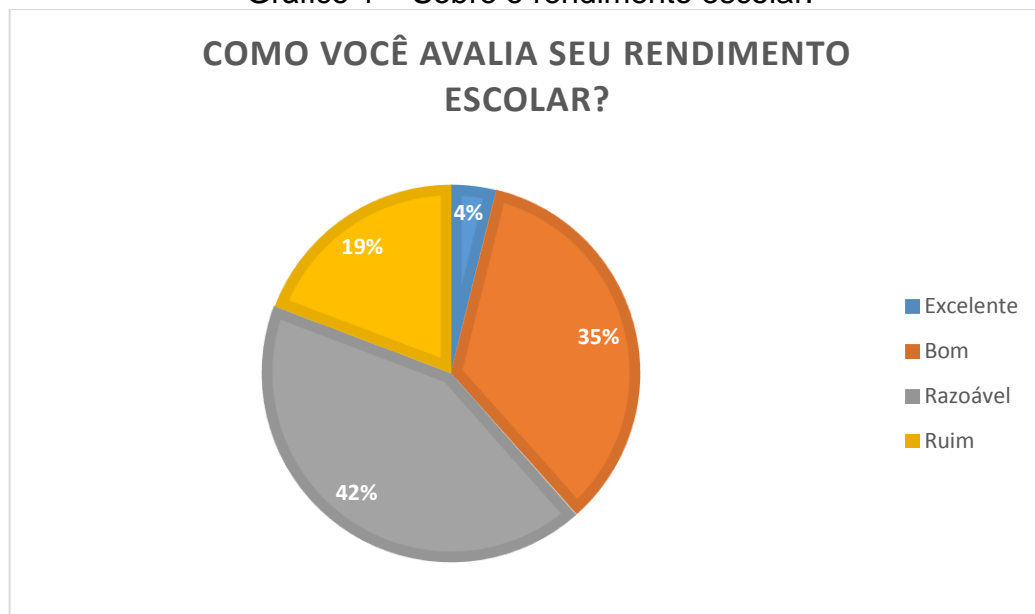
Quanto ao estado civil, grande parte dos alunos, 81% (20) se declaram solteiros, e apenas 1 aluno(a) (6%) afirmou ser casado(a).

Quando questionados sobre o tipo de moradia e com quem os alunos moram, respectivamente, obtivemos as seguintes respostas: 64% (19) informaram morar em casa própria, 25% alugada e 11% outros. Dos entrevistados 92% (22) afirmaram morar com os pais, 4% com os avós, 4% sozinho.

Na pergunta se os alunos trabalham ou não. Tivemos que 92% (24) afirmaram que não trabalham, e somente 2 alunos correspondente a 8% disseram que trabalham. Ressaltamos que a presente escola onde a pesquisa foi realizada, funciona em tempo integral, ou seja, de 7:20 h da manhã, as 17:30 h da tarde, mesmo durante a pandemia. Acreditamos que os alunos que trabalhavam, apesar de estudarem em uma escola de tempo integral, foi possível devido ao isolamento social, onde a maior parte das aulas do ano de 2021 ocorreu no formato remoto, e com frequências por vezes, menores que 50%. Um dos alunos disse que trabalha com sua mãe, ajudando em vendas digitais.

Ao perguntarmos como os participantes da pesquisa avaliam seu rendimento escolar, as respostas foram variadas. Todas as opções fornecidas na pergunta tiveram alguma resposta, os dados obtidos estão expostos no gráfico 1.

Gráfico 1 – Sobre o rendimento escolar.



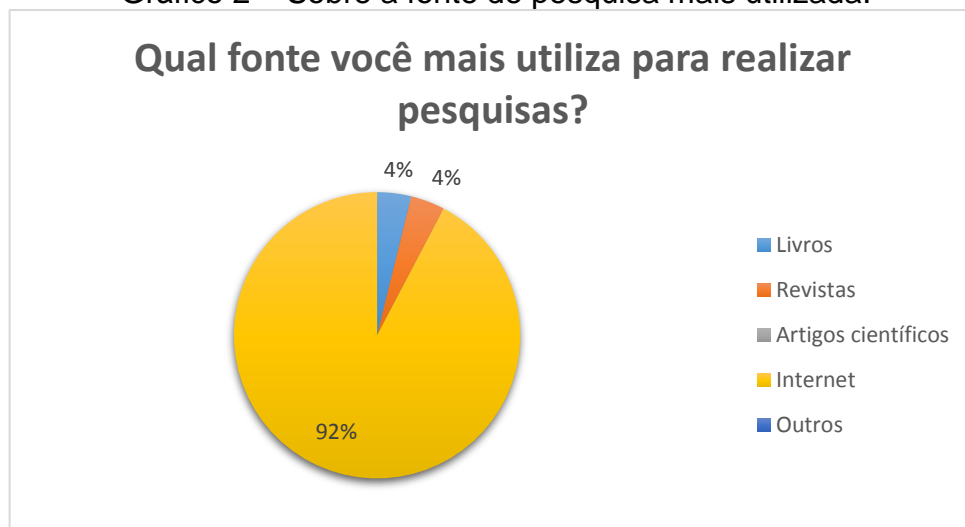
Fonte: Dados do Autor.

Ainda sobre o gráfico 1, temos que 42% (11) dos alunos desta turma, consideram seu desempenho razoável, podemos inferir que, estes se consideram medianos em desempenho escolar. No entanto, 35% (9) consideram seu desempenho bom. O que nos leva a deduzir que bem mais da metade da turma se avaliam com rendimentos escolares satisfatórios. E por fim, 19% (5) se consideram com desempenho ruim e somente 1 aluno julga seu desempenho escolar como excelente.

A seguir, nos gráficos 2 e 3, apresentamos os resultados obtidos nas perguntas referentes a fonte de pesquisa mais utilizada pelos alunos e qual a principal forma de acesso as aulas remotas no período de isolamento social.

Pelo Gráfico 2, fica evidenciado que a principal forma de acesso à pesquisa pelos alunos, é a internet. A internet em nosso país está cada vez mais popularizada, seu uso está mais simples e acessível, uma realidade oposta a cerca de duas décadas atrás (KENSKI, 2015).

Gráfico 2 – Sobre a fonte de pesquisa mais utilizada.



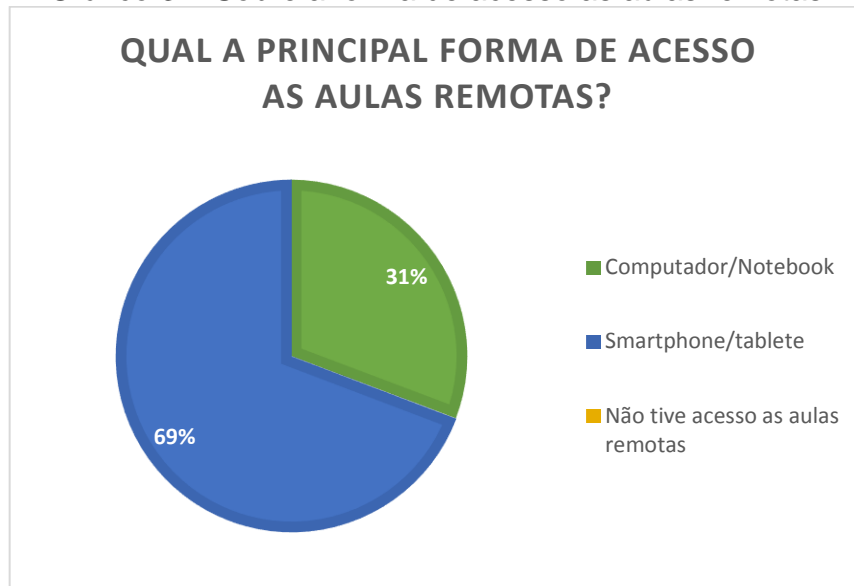
Fonte: Dados do Autor.

Quanto a principal forma de acesso as aulas remotas durante a pandemia, como indicado pelo gráfico 3, 69% (18) dos alunos utilizam smartphones/tabletes, enquanto 31% utilizam computador/notebook. Destacamos que nenhum aluno desta turma ficou sem acesso as aulas remotas.

Ainda de acordo com Kenski (2015), nos últimos vinte anos, nos tornamos um país de pessoas conectadas, sobretudo por meio de tecnologias móveis. Sendo os smartphones o nosso principal meio de acesso à internet.

Os dados que obtivemos quanto a forma de acesso a internet pelos alunos, corroboram com as falas apresentadas acima.

Gráfico 3 – Sobre a forma de acesso as aulas remotas.



Fonte: Dados do Autor.

## 5.2 Análise dos dados obtidos no questionário 2: conhecimentos prévios dos alunos

Nesta seção discutiremos as cinco perguntas do questionário 2, disponível no Apêndice B, que investigou os conhecimentos prévios dos alunos sobre Óptica Geométrica. Todas as perguntas foram abertas e de comentário livre. Este questionário foi aplicado no mesmo dia do questionário 1, que tratava do perfil do aluno. Ressaltamos que foi preservado o anonimato de todos os participantes, mas, de modo aleatório numeramos os alunos de 1 a 26, total referente à quantidade de participantes que responderam ao questionário 2, a fim de facilitar a análise dos resultados.

A primeira pergunta do questionário foi: “O que lhe vem à mente ao ouvir a palavra óptica?”. Obtivemos 24 respostas e apenas duas ficaram em branco. Na tabela 1 destacamos todas as palavras mencionadas pelos alunos e ligadas ao termo óptica.

Tabela 1 – Sobre o que veem em mente ao ouvir a palavra óptica.

Palavras citadas	Quantidade de vezes
Luz	8
Visão	7
Óculos	3
Olho	2
Imagem	1

Fonte: Dados do autor.



Notamos que as duas palavras mais citadas são “luz” e “visão”, estando de acordo com o termo “óptica”, isso nos leva a deduzir que a maior parte dos alunos compreende, de modo geral, o que estuda esta área da Física. Destacamos ainda a palavra “óculos”, citada 3 vezes. O aparecimento desta última palavra é justificável, visto que os estabelecimentos de comercialização de óculos, geralmente trazem a palavra ótica ou óptica em seus nomes, levando os alunos a concluírem que o termo “óptica” se relaciona ao objeto “óculos”. CABRAL (2020, apud Vigotski, 2007), enfatiza que para o desenvolvimento cognitivo é necessário a rejeição do ponto de vista comumente aceito, ou seja, os conceitos espontâneos/empíricos gradualmente se desenvolvem à medida que o conhecimento formal/científico se estabelece.

As respostas obtidas para a segunda pergunta do questionário supracitado, “Você sabia que a óptica é uma área de estudo da Física?”, notamos que a maioria dos participantes afirmou que “sim”, 81% (21), e 19% afirmaram que “não”.

A terceira pergunta pretendia verificar o que os alunos compreendem sobre o conceito de luz: “O que você entende sobre o conceito de luz?”. Destacamos algumas respostas que seguem abaixo:

*Aluno 18: É o que enxergamos á olho nu, e sua velocidade é muito rápida.*

*Aluno 19: Se propaga no vácuo, é uma área da "eletromagnética".*

*Aluno 20: É uma onda eletromagnética visível.*

*Aluno 21: Que sofre vários fenômenos, e uma área na qual a física estuda e explica seus fenômenos*

*Aluno 22: Se reflete de diferentes formas; dependendo do objeto que ela se reflete muda de cor*

*Aluno 23: Pouquíssimas coisas, pois já vi os assunto antes mas só a teoria.*

*Aluno 24: É propagada em ondas e partículas, raios gama, raios X, microondas e ondas de rádio também são luz.*

*Aluno 25: Algo relacionado a propagação de um campo eletromagnético.*

Analisando as respostas, percebemos que os alunos compreendem o conceito de luz como algo que, é “visível”, que se “propaga em alta velocidade” e que trata-se de algo “relacionado ao eletromagnetismo”, nas palavras deles. Tais respostas são condizentes com a série em que eles se encontram, visto que este conteúdo foi ministrado posteriormente ao conteúdo de ondas, no qual muitos conceitos se relacionam diretamente com os fenômenos luminosos.

Diante desta relação entre os fenômenos ondulatórios e a óptica resolvemos perguntar na quarta questão se os alunos sabem explicar um ou mais fenômenos ondulatórios indicados, a saber, reflexão, refração, difração e polarização. O fenômeno ondulatório mais citado foi o fenômeno da reflexão. As explicações foram pouco satisfatórias, sem muita relação com os conceitos físicos. Os demais conceitos, em grande parte, ficaram sem respostas. A seguir temos algumas respostas obtidas.

### **Sobre a reflexão de ondas**

*Aluno 2: Algo refletir na água, através da luz.*

*Aluno 4: Quando se reflete a mesma imagem ou pessoa sobre as questões da vida.*

*Aluno 7: É quando a onda é refletida em sentido oposto da incidência.*

*Aluno 15: Veio duas coisas a mente, uma sobre frases bonitas de moral e outro sobre reflexo de ser rápido para pegar as coisas rápido.*

*Aluno 20: Quando a onda é refletida em outro meio.*

### **Sobre a refração de ondas**

*Aluno 2: Quando se reflete a mesma imagem ou pessoa sobre as questões da vida.*

*Aluno 7: Não sei.*

*Aluno 21: Concentração de luz em um lugar.*

*Aluno 22: É quando a onda se propaga em um meio diferente do seu original.*

### **Sobre a difração de ondas**

*Aluno 3: Quando, por exemplo, a luz bate em um vidro escuro e não atravessa pelo outro lado.*

*Aluno 5: Quando a luz ultrapassa as barreiras.*

*Aluno 9: Quando se reflete a mesma imagem ou pessoa sobre as questões da vida.*

*Aluno 11: Não sei.*

*Aluno 21: Concentração de luz em um lugar.*

*Aluno 22: É quando a onda se propaga em um meio diferente do seu original.*

### **Sobre a polarização de ondas**

*Aluno 5: Quando apenas uma parte da onda passa por uma “barreira”.*

*Aluno 23: É quando um ambiente com luz fica cada vez menos iluminado (eu acho).*

### **Sobre a polarização de ondas**

*Aluno 3 – Quando apenas uma parte da onda passa por uma “barreira”.*

*Aluno 15: Quando a luz bate em determinado ponto e as cores se separam.*

*Aluno 19: O objeto tem dois polos. Eu acho que a pilha é um exemplo.*

Ainda sobre a questão 4, pode-se notar pelas respostas destacadas acima, que poucos alunos compreendem de forma satisfatória os conceitos de ondulatória citados. Algumas respostas destoam significativamente do conceito físico, tal como a resposta do aluno 15 sobre o fenômeno da reflexão de ondas. No entanto, obtivemos respostas condizente com os conceitos físicos, tal qual as falas do aluno 5.

Na questão 5, perguntamos para os alunos se algum conhecimento de Física estudado anteriormente em sala de aula foi útil para as responderem o questionário, 77% (20) afirmaram que sim, e 23% (6) afirmaram que não.

Após a análise do questionário 2, concluímos que os estudantes compreendem, de modo geral, sobre o que se estuda em Óptica Geométrica, que é uma área de estudo da Física que explica o comportamento geométrico da luz e seus principais fenômenos.

### **5.3 Discutindo a aplicação do Produto Educacional**

Conforme mencionado na seção anterior, a aplicação do Produto Educacional ocorreu no sexto e sétimo encontro, ambos em duas aulas de 50 minutos. Sendo que, em cada encontro metade da turma participava presencialmente e a outra metade acompanhava a aula remotamente.

As observações referentes ao processo de desenvolvimento dos encontros e da aplicação do PE foram registradas em diário de campo para consulta do professor-pesquisador, sendo de grande ajuda no momento da análise dos dados (FAJER, ARAÚJO, WAISMANN, 2016). Para WEBER (2009), o diário de campo é uma fermenta importante para o pesquisador, constituindo-se de um material de análise da pesquisa, mas, nem todas as partes ou relatos serão mencionados em publicações científicas.

#### **5.3.1 Primeira aplicação do PE**

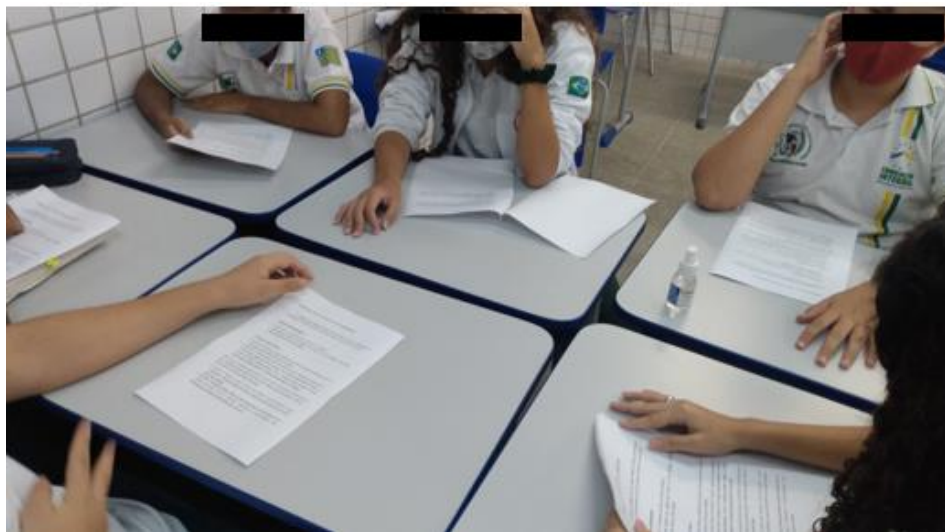
Discutiremos nesta seção a primeira aplicação do PE, ocorrida no sexto encontro no dia 29 do novembro de 2021. Ao todo, 13 alunos participaram presencialmente, 6 faltaram e 8 alunos participaram remotamente da aula. Para

estes últimos, destinamos uma atividade de revisão para as provas finais que aconteceriam na semana seguinte. Os mesmos participaram da segunda aplicação do PE.

No início da aula o professor-pesquisador orientou os alunos que se dividissem em dois grupos: um grupo com seis alunos e outro com sete, sendo entregue para cada um dos estudantes uma folha contendo as regras do jogo didático. De acordo com as regras, disponível no quadro 1, cada grupo possui um aluno mediador, que auxiliará seu grupo, juntamente com o professor-pesquisador, para que sejam mantidas as regras e o bom convívio durante a atividade. Ressalto que a escolha do aluno mediador ficou a critério de cada grupo.

Na figura 26 temos o momento em que os alunos realizam a leitura das regras do jogo.

Figura 26 – Leitura das regras do jogo didático.



Fonte: O próprio autor.

No grupo de seis alunos, formaram-se duas equipes, composta de uma dupla e um trio, e o aluno mediador. Já no grupo de sete alunos, formaram-se três duplas mais um aluno mediador. Após a leitura e comentários sobre as regras do jogo: Trilha da Óptica Geométrica, discutida no quadro 2, apresentamos o jogo composto por: um tabuleiro, 32 cartas com perguntas, um quite de dados e pequenas peças coloridas utilizadas por cada equipe para se movimentarem ao longo das casas do tabuleiro. Os alunos mediadores de cada equipe ficaram de posse da ficha contendo

as respostas de cada carta, sendo eles, os responsáveis por conferirem as respostas.

Após o início a partida, os alunos participantes se mostraram bastante receptivos e motivados. Em poucos minutos de partida, os mesmos já demonstravam bastante interação com os componentes de sua equipe. A figura 27 retrata o momento em que os alunos jogavam e interagem com o professor mediador e entre eles.

Figura 27 – Alunos jogando o jogo didático, Trilha da Óptica Geométrica.



Fonte: O próprio autor.

Uma das regras do jogo permitia somente a interação com a própria equipe, quando se tratasse das perguntas das cartas. Qualquer outra dúvida ou comentário poderia ser socializado com os demais participantes, e também com o professor mediador. Duas cartas apresentaram erros de digitação, contendo duas alternativas iguais, então, os participantes solicitaram ajuda do professor mediador para resolver a situação. Estas cartas foram desconsideradas na partida.

O grupo com sete alunos, organizados em três duplas, além do aluno mediador. A reação deste grupo durante a partida, foi semelhante a reação do grupo um, se mostram motivados e interessados em participar da atividade. Este grupo conseguiu concluir a partida, ou seja, tiveram um vencedor, e decidiram entre eles jogarem novamente.

Os 20 minutos finais da aula reservamos para a aplicação do questionário 3, que discutiremos detalhadamente na próxima seção.

### 5.3.2 Segunda aplicação do PE

A segunda aplicação do PE aconteceu no sétimo encontro, no dia 03 de dezembro de 2021. Ao todo 14 alunos participaram presencialmente e 7 alunos participaram remotamente, a estes últimos usamos uma estratégia igual aos alunos que participaram da primeira aplicação do PE. Foi designado uma atividade de revisão para as provas finais que ocorreria na semana seguinte. As orientações seguiram conforme a primeira aplicação. Inicialmente o professor-pesquisador solicitou que fossem formados dois grupos. Em seguida, distribuiu uma folha contendo as regras do jogo que foram discutidas com todos os participantes. E então, apresentamos o jogo: Trilha da Óptica Geométrica.

Cada grupo era composto de sete alunos no qual formaram três duplas mais um aluno mediador em cada grupo.

Ao iniciar a partida um dos grupos tomou a iniciativa de alterar a dinâmica do jogo, ao invés de descartar cada carta após uma das duplas errarem a pergunta, eles optaram por manterem a carta no jogo até que uma das duplas acertasse a pergunta. Essa estratégia se mostrou interessante, possibilitando interação entre os alunos e a discussão de cada conceito a fim de obterem a resposta correta. Destaca-se a participação do aluno mediador deste grupo que participou ativamente da partida, motivando os grupos a responderem à pergunta e não desistirem de encontrar a resposta correta.

Com relação ao segundo grupo a partida ocorreu conforme as regras. As duplas demonstraram interesse pelo jogo e interagiram bastante na busca das respostas corretas para cada carta. Neste grupo ressaltamos a alternância de mediador. Alguns alunos demonstraram interesse em ser o mediador da partida, desta forma, em cada rodada os mediadores e por consequência, as duplas, iam sofrendo mudanças. Este é um aspecto que consideramos positivo: a possibilidade de mudanças das regras de acordo com cada grupo promoveu interatividade e a participação ativa dos estudantes em todas as etapas da aplicação do PE.

De acordo com VYGOTSKY (2007), a interação é fundamental no desenvolvimento cognitivo de qualquer indivíduo. Sendo assim, todo o movimento proporcionado pela interação e mediação se mostraram fundamentais para termos a percepção de aprendizagem dos alunos na apropriação dos conceitos de Óptica Geométrica.

#### 5.4 Análise do questionário 3: Avaliação do jogo “Trilha da Óptica Geométrica”

Ao final de cada aplicação do Produto Educacional (PE), destinamos os 20 min finais para que os alunos respondessem ao Questionário 3 (Apêndice D). A partir deste momento, descrevemos os resultados obtidos neste questionário.

Como mencionado na seção anterior, 13 alunos participaram da primeira aplicação do PE e 14 participaram da aplicação do segundo dia. Totalizando 27 alunos em um universo de 38 alunos da turma, ou seja, a participação foi de 71%. Abaixo apresentamos as perguntas e os comentários gerais para ambas as aplicações. Analisaremos todos os questionários respondidos sem fazer separação entre as duas aplicações do PE, pois trata-se de uma única turma.

Os percentuais obtidos nas respostas que se seguem, referem-se ao total de participantes nas duas aplicações do PE, ou seja, os 27 alunos correspondem a cem por cento.

Analisando a primeira pergunta – Você considera que o jogo, Trilha da Óptica Geométrica, possibilitou a aprendizagem de óptica geométrica? ( ) SIM ( ) NÃO. Por quê? (Comentários livres)

Os dados obtidos na primeira pergunta do questionário 3 mostram que 100% dos alunos consideraram que o jogo didático possibilitou a aprendizagem da Óptica Geométrica.

O comentário do aluno 2 corrobora com este resultado, ele diz que “Foi possível aprender de forma didática, divertida, além da interagir com os colegas”. Para o aluno 3 o jogo ajudou de forma didática a relembrar e aprender os assuntos.

A seguir, destacamos mais alguns comentários referente a primeira pergunta.

*Aluno 1: “Com a competitividade acho que acaba liberando uma vontade de lembrar mesmo que inconscientemente sobre o que estudamos, o que facilita nosso crebro a funcionar [...]”.*

*Aluno 4: “Pois as perguntas são claras e objetivas com os assuntos estabelecidos da matéria”.*

*Aluno 5: “Pois é uma didática que possibilita aprender jogando, além de promover uma integração com o grupo.”*



*Aluno 8: “Porque quando a pessoa acerta ou não a resposta ela já vai está aprendendo.*

*Aluno 9: “Foi divertido que estimulou o nosso aprendizado”.*

*Aluno 11: “Sim, pois foi um meio divertido de dialogar algumas coisas sobre o assunto”.*

*Aluno 12: “Aprendemos de forma divertida alguns conceitos de óptica geométrica.*

*Aluno 14: “A dinâmica faz com que a gente fique com o conteúdo fixo na mente, aprendendo de uma forma mais leve e descontraída.*

*Aluno 23: “Porque se tornou simples e rápido”.*

*Aluno 26: “É mais fácil compreender o assunto brincando”.*

Diante das falas dos alunos temos um indicador que o PE foi capaz de proporcionar a aprendizagem. Algumas palavras se destacam nos relatos, tais como: didática, aprender, divertido e interação. Fica notório que o uso da palavra “didática” pelos alunos foi utilizado como um sinônimo de uma aula diferente, atrativa, oposto às aulas tradicionais. Mostrando que os mesmos carecem de aulas fora do formato tradicional.

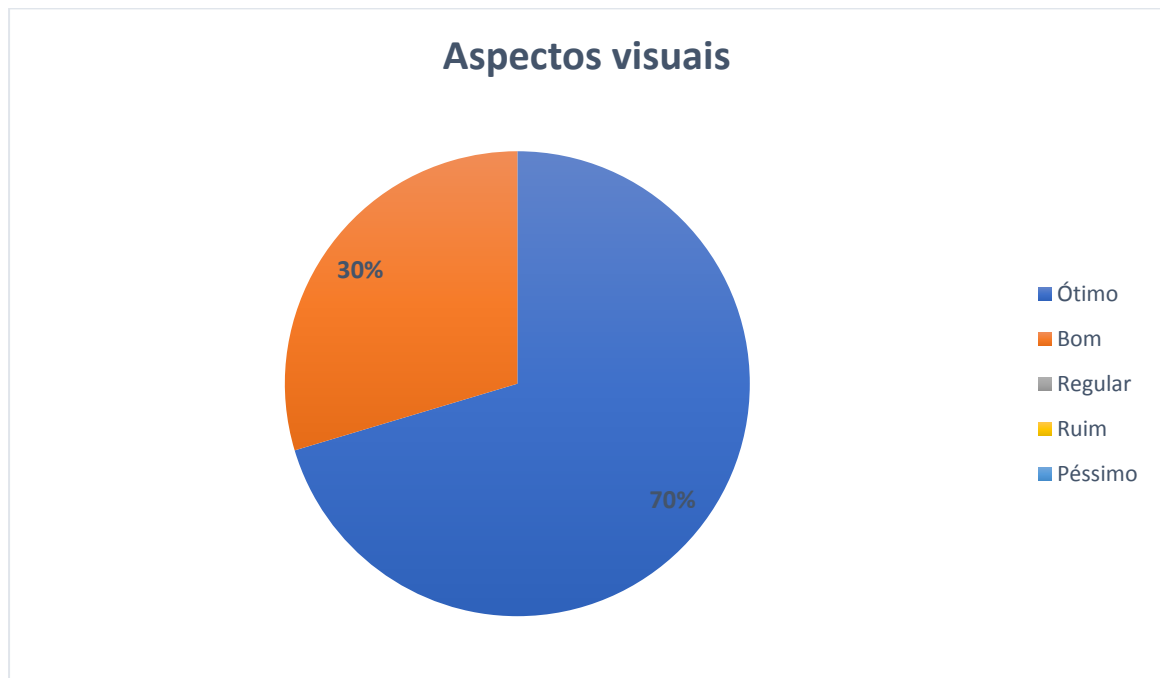
Ainda sobre as palavras de maior destaque da questão 1, temos, “aprender” e “divertido”. Indicando que houve aprendizagem, sendo que essa aprendizagem foi alcançada de forma divertida e descontraída.

A interação proporcionada pelo jogo didático também se destaca. Os relatos mencionam que a interação levou os alunos a discutirem os conceitos e se ajudarem para acertarem as respostas. Podemos ver isto na fala do aluno 6: “Pois é uma didática que possibilita aprender jogando, além de promover uma integração com o grupo”, este comentário se alinha com o pensamento de ROSA (2004), que chama a atenção para o ensino de Física voltado para a troca de ideias entre os integrantes de uma classe, professores e alunos, baseado no diálogo, na participação de todos, permitindo a aprendizagem.

Com relação à segunda pergunta, “Quanto aos aspectos visuais do jogo (formatação do tabuleiro, cartas, imagens e cores) como você o classifica?”

Das opções disponíveis para os alunos avaliarem o jogo didático: Trilha da Óptica Geométrica, tivemos que 30% (8) dos alunos consideraram “bom” e 70% (19) consideraram os aspectos visuais “ótimo”.

Gráfico 4 – Dados obtidos da segunda pergunta do questionário 3.



Fonte: Dados do Autor.

Percebemos que os aspectos visuais do jogo didático atraíram a atenção dos alunos. O material foi impresso em papel fotográfico, o que realçou as cores e a definição das imagens. Quando o jogo foi apresentado para a turma, alguns deles comentaram que o jogo estava “bonito” e “bem feito”.

Os recursos visuais, que não só abrangem, mas também conferem grande importância aos aspectos gráficos, como o negrito, o sublinhado, o itálico, os tamanhos e tipos diferentes de fontes, assim como a inclusão de outros aspectos visuais a uma página impressa, como uma fotografia, diagramas, gráficos, barras, linhas, caixas, ilustrações, tabelas, elementos gráficos e cores, passam a ser cada vez mais utilizados nos meios de comunicação, entretenimento e ensino, fruto de uma necessidade que a sociedade moderna tem de absorver a informação com mais agilidade e rapidez (PROCÓPIO; SOUZA, 2009, p.139).

De imediato notamos que os aspectos visuais, a formatação e a qualidade das imagens contidas tanto na trilha quanto nas cartas, se mostrou um fator

importante capaz de motivar e despertar o interesse dos alunos em participar da atividade.

Para ROLOFF (2010)

O lúdico pode trazer à aula um momento de felicidade, seja qual for a etapa de nossas vidas, acrescentando leveza à rotina escolar e fazendo com que o aluno registre melhor os ensinamentos que lhe chegam, de forma mais significativa (ROLOFF, 2010).

O jogo didático por conter um caráter lúdico foi capaz de trazer a aula de aplicação do PE um “ar de leveza” e descontração, sem fugir ao seu objetivo de possibilitar a aprendizagem da Óptica Geométrica. Percebemos durante a aplicação um clima agradável, onde os alunos estavam de fato se divertindo. Estes aspectos citados, era perceptível, sendo confirmado nas respostas obtidas da segunda pergunta do questionário 3.

Seguindo a nossa análise discutiremos a pergunta 3: “Quanto as regras do jogo, divisão de grupos e duplas, como você classifica?”

As respostas dos alunos estão expostas na tabela 2 a seguir:

Tabela 2 – Avaliação das regras do jogo didático.

<b>Avaliação dos alunos</b>	<b>Número de respostas</b>	<b>Percentual (%)</b>
<b>Ótimo</b>	15	58
<b>Bom</b>	10	38
<b>Regular</b>	1	4
<b>Ruim</b>	0	0
<b>Péssimo</b>	0	0

Fonte: dados do autor.

Pelos dados obtidos os alunos consideraram as regras do jogo “ótimo” e “bom”. De fato, formar dois grupos na sala de aula, considerando que só metade da turma estava presencialmente em cada aplicação do PE, se mostrou uma boa estratégia, pois assim foi possível criar duplas e até trios nesses grupos. Facilitando o controle e a organização das partidas que ocorriam simultaneamente.

Em relação à quarta pergunta, 93% (25) afirmaram que “sim”, que a utilização de um jogo didático durante a aula, os deixaram mais motivados para aprender

Física, e 7% (2) marcaram que “não”. Abaixo temos alguns comentários feitos pelos alunos

*Aluno 01: “Vi que pode não ser tão complicado como eu penso se for estudado ou revisado de outra forma”.*

*Aluno 02: “Tive outra visão, e pude aprender rápido”.*

*Aluno 04: “Torna a aprendizagem mais didática e fácil”.*

*Aluno 06: “Pois a gente se sente mais motivada a aprender o conteúdo para poder se dar bem no jogo com o objetivo de ganhar”.*

*Aluno 10: “É uma aula diferente, que faz o aluno querer disputar e vencer, fazendo com que o mesmo lembre do que responder através do seu conhecimento”.*

*Aluno 13: “Trouxe adrenalina e ficamos focados no jogo o que trouxe aprendizagem”.*

*Aluno 24: “Pois com a diversão, a gente fica com mais curiosidade de saber sobre as coisas”.*

*Aluno 27: “Pois nos mostrou um meio interativo de aprender”.*

Podemos perceber pelas falas acima destacadas, que a utilização do jogo didático motivou os alunos a aprenderem. Palavras como, “diversão”, “jogar” e “aprender”, nos chamam a atenção; reforçando a importância do caráter lúdico trazido pelo PE. Além disso, a aprendizagem da Óptica Geométrica mediada por um jogo didático, se mostrou uma excelente estratégia.

Na quinta pergunta do questionário, queríamos saber se através jogo didático Trilha da Óptica Geométrica, os conteúdos estudados se mostraram importantes no cotidiano do aluno. Obtivemos resultados semelhantes à pergunta anterior. Sendo que, 93% (25) afirmaram que “sim” e 7% (2) afirmaram que “não”.

Na sexta pergunta buscamos saber se: Para você o uso de jogos didáticos semelhante à Trilha da Óptica Geométrica ou outro tipo de jogo é uma metodologia de ensino que os professores de Física deveriam usar em sala de aula?

Todos os alunos afirmaram que “sim”, que utilizar jogos deveria ser uma metodologia utilizada pelos professores de Física. O aluno 3 comentou que “colabora bastante com a aprendizagem”. Já o aluno 6 disse que todos os professores deveriam aderir esse “método”. Tornamos a perceber que os participantes da pesquisa veem os jogos didáticos como uma forma divertida para aprender não somente óptica geométrica mas outras matérias também.

Quanto à sétima pergunta que visava identificar na interação Histórico-Cultural a aprendizagem, as respostas também foram positivas.

*Sétima pergunta: “Para você, o jogo Trilha da Óptica Geométrica o(a) ajudou a interagir com seus colegas de turma e com o professor na busca de soluções para os problemas de Física apresentados? Se a resposta for SIM, explique o motivo”.*

Tabela 3: Dados da sétima pergunta.

	<b>Respostas dos alunos</b>	<b>Percentual (%)</b>
<b>SIM</b>	26	96
<b>NÃO</b>	1	4

Fonte: dados do autor.

Pela tabela 3, 96% (26) dos alunos afirmaram que sim, o jogo didático Trilha da Óptica Geométrica os ajudou a interagir com seus colegas de turma e com o professor na busca de solucionar os problemas de Física apresentados nas perguntas das cartas.

Para ROSA (2004) a interação social é o que provoca a alteração e o desenvolvimento das funções psíquicas superiores inerentes ao ser humano e frutos de suas características biológicas e da sua interação histórico-cultural com o seu meio. LUCCHI (2006) reforça essa ideia, que segundo ele, para Vygotsky, as funções superiores são determinadas histórica e culturalmente.

o processo de interiorização das funções psicológicas superiores é histórico, e as estruturas de percepção, a atenção voluntária, a memória, as emoções, o pensamento, a linguagem, a resolução de problemas e o

comportamento assumem diferentes formas, de acordo com o contexto histórico da cultura (LUCCI, 2006).

Pelas falas dos alunos ainda em resposta a questão sete, percebemos que toda a interação proporcionada pela aplicação do PE nos deu a percepção de que eles alcançaram a aprendizagem dos aspectos fundamentais da Óptica Geométrica.

Essa percepção se reforça no destaque de alguns comentários abaixo.

*Aluno 01: “Consegui ter dúvidas e tira-las com o professor além que fez que eu tivesse uma visão mais ampla sobre...”*

*Aluno 02: “Além das interações, foi possível tirar dúvidas de todos e ajudar uns aos outros”.*

*Aluno 06: “Além da interação social entre colegas e professor, o jogo torna a aprendizagem mais fácil, e a interação ajuda a sanar dúvidas.*

*Aluno 09: “Pedi muito a ajuda dele”.*

*Aluno 12: “Nos divertimos bastante, e discutimos para tentar encontrar as respostas”.*

*Aluno 13: “Fiquei com dúvidas em algumas, pude tirá-las perguntando aos meus colegas e o professor”.*

*Aluno 16: “Foi divertido devido a interação que o jogo proporcionou”.*

*Aluno 19: “Pois me aproximou de pessoas que eu não falava muito”.*

*Aluno 23: “Sim, eles me ajudaram muito, e eu aprendi mais com eles”.*

*Aluno 25: “Faz todos se ajudarem e a se conhecer melhor”.*

Percebemos a importância da interação para a aprendizagem. Na própria visão deles o jogo didático permitiu que eles se conhecessem melhor. Podemos deduzir que tanto o jogo didático como as interações entre alunos e com o professor, serviram como mediadores para a aprendizagem de Óptica Geométrica. O mediador, ou o elemento mediador, ajuda a criança (aluno) a concretizar o desenvolvimento que está próximo, ajudando a transformar o desenvolvimento potencial em desenvolvimento real (aprendizagem) (COELHO e PISONI, 2012).

Assim, retomamos alguns conceitos fundamentais para a teoria de Vygotsky, a saber, zona de desenvolvimento potencial, que é aquilo que indivíduo é capaz de fazer através do auxílio de outra pessoa (mediação); zona de desenvolvimento real, entendida como aquilo que já está consolidado. São as capacidades ou funções que o indivíduo realiza sem o auxílio de outro. E a zona de desenvolvimento proximal é compreendida como sendo a distância entre os dois níveis anteriores (COELHO e PISONI, 2012). Para MOREIRA (1999), é na zona de desenvolvimento proximal que se definem as funções (conceitos) que ainda não amadureceram, ou seja, onde ocorre o desenvolvimento cognitivo.

LUCCI (2006) menciona que,

Entre esses dois níveis, há uma zona de transição, na qual o ensino deve atuar, pois é pela interação com outras pessoas que serão ativados os processos de desenvolvimento. Esses processos serão interiorizados e farão parte do primeiro nível de desenvolvimento, convertendo-se em aprendizagem e abrindo espaço para novas possibilidades de aprendizagem (LUCCI, 2006).

Foi perceptível durante todo o processo de desenvolvimento dos encontros formativos (aulas) e da aplicação do PE que os alunos já traziam consigo alguns conceitos de Óptica Geométrica e da natureza da luz, conceitos cotidianos e espontâneos. Ou seja, existia uma zona de desenvolvimento potencial a respeito do conteúdo presente no PE. Desta forma, nossa percepção de todo o processo é que a mediação através do jogo didático possibilitou aprendizagem da Óptica Geométrica, agindo diretamente na zona de desenvolvimento proximal e permitindo assim alcançar a zona de desenvolvimento real onde os conceitos espontâneos dão lugar à formação dos conceitos científicos.

O desenvolvimento e aprendizado proposto por Vygotsky (1987, p. 101) refere-se ao aprendizado que quando adequado, ou seja, de forma

organizada, resulta em um desenvolvimento mental eficaz, coloca em movimento processos de desenvolvimento que seriam impossíveis de outra maneira. O indivíduo então se apropriará de conhecimentos exteriorizados observada a sua interação com o meio. A interação se dá a partir de quando os signos e sistemas simbólicos estão internalizados pelo indivíduo, fator que contribui para o desenvolvimento mental (SILVA, PORTO, MEDEIROS, 2017).

A Teoria Histórico-Cultural reforça a importância da interação social no processo de aprendizagem, todavia, esta aprendizagem não deve ser de qualquer maneira, e sim organizada. O ambiente escolar é fundamental para a organização e sistematização do conhecimento. Instrumentos e signos são fundamentais no processo de mediação. O papel do professor é essencial para o desenvolvimento de estratégias que possibilitem a aprendizagem, não basta aplicar um produto educacional pronto, mas sim, possibilitar a aprendizagem com alternativas educacionais apropriadas ao contexto dos alunos.

E por último, na oitava questão do questionário 3, pedimos aos participantes da pesquisa que deixassem sugestões, críticas e/ou elogios sobre o jogo didático “Trilha da Óptica Geométrica”.

Foi sugerido pelos alunos que a dinâmica de aguardar a vez de sua dupla jogar fosse alterada para que quem soubesse a resposta já pudesse responder imediatamente. Outra sugestão foi a de aumentar o tabuleiro e que o mesmo contivesse mais casas. Durante as partidas percebemos que o tabuleiro poderia ter mais casas, desta forma, as partidas demorariam um pouco mais. Algumas duplas concluíram suas partidas rapidamente, cerca de dez minutos, enquanto outras não. Aumentar o número de cartas foi uma das sugestões dadas pelos alunos, ao todo utilizamos 32, este número se mostrou pequeno em algumas partidas. A solução encontrada foi a de refazer o monte de cartas após todas já tiverem sido retiradas. Os alunos gostaram desta solução de refazer o monte de cartas, contudo as perguntas se tornavam repetitivas.

Outra sugestão interessante veio do aluno 12, que disse: “O jogo é bom, poderia ter algumas cartas ‘especiais’, com conceitos ou ajudas”. Adicionar cartas especiais traria mais dinamismo para as partidas, pois a qualquer momento uma das duplas poderia tirar uma carta especial do monte, por exemplo, uma carta que permitisse consultar o professor para esclarecimento de dúvidas ou consultar o livro. O aluno 13 sugeriu algo semelhante, a adição de cartas “brindes”, como ajuda do professor e poder eliminar algumas alternativas das perguntas.



A seguir destacamos outras sugestões e elogios deixados pelos alunos em resposta a questão 8.

*Aluno 03: “Foi muito legal. Consegui lembrar o assunto e esclarecer outros que tinha dúvida”.*

*Aluno 05: “Foi bom, deveria ter valido algo ( por exemplo, ponto), bem ilustrativo e de fácil compreensão”.*

*Aluno 06: “Muito bem elaborado, ótimo”.*

*Aluno 07: “Foi ótimo, relembro do conteúdo passado em sala de aula”.*

*Aluno 09: “É bom, só tem que trocar o material do tabuleiro”.*

*Aluno 13: “Foi uma experiência muito boa, ‘podia’ ter cartas brindes ajuda do professor, retiro de alternativas”.*

*Aluno 17: “Jogo ótimo, muito competitivo mas também engraçado, deu de aprender bastante, gostei muito”.*

*Aluno 22: “Muito bom, uma ótima forma de aprendizado e conhecimento”.*

*Aluno 25: “Foi um ótimo jogo, bem divertido, de fácil entendimento e rápido”.*

Podemos notar pelas falas em destaque que os alunos gostaram do jogo didático, acharam interessante, bem construído, divertido e de fácil compreensão e que contribuiu para a aprendizagem de óptica geométrica. Além de possibilitar a retomada de conceitos já vistos durante as aulas.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve por objetivo responder ao questionamento; como ensinar Física de maneira lúdica e interativa, capaz de chamar a atenção do aluno e leva-lo a aprender Óptica Geométrica? Sabemos também, como dito na introdução do presente trabalho, que os alunos não são mais os mesmos de décadas atrás. Buscar metodologias que levem o estudante a aprendizagem de forma interessante e diversificada tem sido o objetivo de muitas pesquisas e de professores.

Retomando a questão norteadora da pesquisa, elaboramos um Produto Educacional (PE) que consistiu em um jogo didático intitulado “Trilha da Óptica Geométrica”, contendo 32 perguntas dispostas em cartas individuais e um tabuleiro que foram utilizados como elementos mediadores para o ensino da Óptica Geométrica. Tivemos ao todo onze encontros formativos divididos entre aulas presenciais e remotas em virtude da pandemia de COVID-19.

A aplicação do PE ocorreu em dois dias com cada dia destinado à metade da turma para que não houvesse aglomeração. Ao todo foram aplicados três questionários, um destinado à análise do perfil dos alunos participantes da pesquisa, em que podemos constatar que em quase sua totalidade estes estudantes estavam na idade própria para o segundo ano do ensino médio e que a principal forma de acesso as aulas durante a pandemia foi através de smartphones. No segundo questionário analisamos os conceitos espontâneos que os mesmos tinham sobre a óptica geométrica. E por fim, no terceiro questionário, fizeram-se oito perguntas divididas entre fechadas e abertas, a fim de analisar todo o processo de aplicação do PE.

Levando-se em conta o que foi observado, percebemos que o jogo didático, por conter um caráter lúdico, proporcionou motivação e o interesse dos alunos em participar da atividade proposta. ROLOFF (2010) comenta que o lúdico pode trazer à aula um momento de felicidade, proporcionando leveza para a rotina escolar e permitindo com que o aluno registre melhor os ensinamentos. Isto se evidenciou nas respostas obtidas no questionário três, como também nas percepções que tivemos durante o processo de aplicação do PE.

Para VYGOTSKY (2007), a apropriação do conhecimento é possibilitada por meio da mediação, com a utilização de instrumentos e signos, que atua na zona de desenvolvimento proximal. Notou-se que estes aspectos estavam presentes durante

o movimento de aplicação do PE. Os alunos relataram que a interação com os colegas de turma e com o professor pesquisador, os levaram a solucionar os problemas de óptica geométrica contidos nas perguntas das cartas do jogo didático. Ficou evidenciado que a relação Histórico-Cultural, no ambiente da sala de aula, foi um fator fundamental na aprendizagem.

Diante das sugestões e elogios deixados ao jogo didático, como resposta a uma das perguntas do questionário final, podemos concluir que o jogo didático proporcionou diversão e interatividade aos alunos. Eles relataram que gostaram do jogo, que estava bem construído e que puderam aprender se divertindo. Como críticas e sugestões, os mesmos relataram que contivesse mais cartas e que houvesse cartas especiais que permitissem dicas ou exclusão de alternativas. Além de um tabuleiro maior com mais casas para a movimentação das peças. Todas as sugestões e elogios são de grande valor e nos motivam a dar continuidade e melhorias para futuras aplicações do jogo “Trilha da Óptica Geométrica”, estendendo-o a outros conteúdos de física.

Assim, é possível pensar, que o jogo didático proposto (Produto Educacional), foi capaz de possibilitar a aprendizagem da óptica geométrica. Corroborando com a Teoria Histórico-Cultural que afirma sobre a importância das interações sociais para a aprendizagem, bem como o que diz FALKEMBACH (2006), que o uso do lúdico em sala de aula serve como estímulo para o desenvolvimento do estudante e auxilia no processo de ensino e aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

BARTHEM, R. **A Luz**. 1 ed. Livraria da Física e Sociedade Brasileira de Física: São Paulo, 2005. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=Jeh1X82q-SYC&oi=fnd&pg=PA1&dq=barthem+2005&ots=xJwDSNhb4Z&sig=75ARVzVsW33mUyoqarMYP\\_C2fel#v=onepage&q=barthem%202005&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=Jeh1X82q-SYC&oi=fnd&pg=PA1&dq=barthem+2005&ots=xJwDSNhb4Z&sig=75ARVzVsW33mUyoqarMYP_C2fel#v=onepage&q=barthem%202005&f=false). Acesso em 20 de fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Acesso em 28 de jun. 2020. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_sit e.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit e.pdf).

CAMPOS, L. M. L.; BORTOLOTO, T. M.; FELICIO, A. K. C. **A produção de jogos didáticos para o ensino de Ciências e Biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem**. Caderno dos Núcleos de Ensino, p.35-48, 2003. Disponível em: <https://www.cadernosdapedagogia.ufscar.br/index.php/cp/article/view/431/186>. Acesso em 10 de jan. 2022.

CHIAPETTI, Rita Jaqueline N. **Pesquisa de campo qualitativa: uma vivência em geografia humanista**. GeoTextos, Salvador, v. 6, n. 2, p.139-162, dez. 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/geotextos/article/view/4834>. Acesso em: 14 de jun. 2021.

CHIZZOTTI. A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. São Paulo: Cortez, 2008.

COELHO, L e PISONI, S. **Vygotsky: sua teoria e a influência na educação**. Revista e – Ped – FACOS/CNEC Osório. Vol. 2 – nº 1 – Ago/2012. ISSN 2237-7077. Disponível em: [http://facos.edu.br/publicacoes/revistas/e-ped/agosto\\_2012/pdf/vygotsky\\_-\\_sua\\_teorica\\_e\\_a\\_influencia\\_na\\_educacao.pdf](http://facos.edu.br/publicacoes/revistas/e-ped/agosto_2012/pdf/vygotsky_-_sua_teorica_e_a_influencia_na_educacao.pdf). Acesso em 28 de março 2021.

CRUZ. O. N. **Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade**. 6 ed. Petrópolis: Vozes, 1996.

DUVERGER. M. **Ciência Política: Teoria e Método**. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

FALKEMBACH, G. A. M. **O lúdico e os jogos educacionais**. Disponível em: [http://matpraticas.pbworks.com/w/file/attach/85177681/Leitura\\_1.pdf](http://matpraticas.pbworks.com/w/file/attach/85177681/Leitura_1.pdf). Acesso em: 02 de fev. 2021.

FORTUNA, T. R. **Jogo em aula**. Revista do Professor, Porto Alegre, v.19, n.75, p.15-19, jul./set. 2003.

GARTON, A. F. (1992). **Social interaction and the development of language and cognition**. Hillsdale, USA: Lawrence Erlbaum. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prc/a/XhvNtFRx5VQbKJbPLC8xprG/abstract/?lang=pt#ModalDownloads>. Acesso em: 22 dez. 2022.

HALLIDAY, D., RESNICK, R. & WALKER, J. **Fundamentos de Física. Ótica e Física Moderna**. Vol. 4, 4ª edição, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1995.

JOUCOSKI, E.; SERBENA, A. L.; MELO, C. C.; ZANON, E. K.; SANTOS, J.; CHAVES, R. K. C.; REIS, R. A. **A construção dos jogos didáticos de cartas colecionáveis como instrumento de divulgação científica no programa de extensão LabMóvel**. Anais do VIII ENPEC, 2011. Disponível em: [http://abrapecnet.org.br/atas\\_enpec/viiienpec/resumos/R0338-1.pdf](http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0338-1.pdf). Acesso em: 09 set. 2020.

KENSKI, V. M. **Educação e Internet no Brasil**. Edição Cadernos Edener. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/281121751\\_Educacao\\_e\\_Internet\\_no\\_Brasil](https://www.researchgate.net/publication/281121751_Educacao_e_Internet_no_Brasil). Acesso em 26 de jun. 2022.

KISHIMOTO, T. M. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. Cortez, São Paulo, 1996.

LUCCI, A. M. **A proposta de Vygotsky: A psicologia sócio-histórica**. Revista de currículum y formación del profesorado, vol. 10, 2006. Disponível em: <https://www.ugr.es/~recfpro/rev102COL2port.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2021.

LÜDKE, M. ANDRÉ M. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2 ed. São Paulo: EPU, 2013.

MACEDO, L. de; PETTY, A. L. S.; PASSOS, N. C. **Os Jogos e o Lúdico na Aprendizagem Escolar**. Porto Alegre: Artmed, 2005. Disponível em: <file:///C:/Users/MARTINS/Downloads/Amostra.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2020.

MINAYO, S. C. M (org.); DESLANDES, F. S; ROMEU, G. **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 28 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.

MOREIRA, A. M. **Desafios no ensino de Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 43, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/xpwKp5WfMJsfCRNFCxFhqLy/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 24 de jul. 2022

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**, Editora EPU, 1999.

NEWTON, V. B.; HELOU, R. D.; GUALTER, J. B. **Física 2**. São Paulo: Saraiva, 2010. v. 2.

NUSSENZVEIG, H.M. **Curso de física básica 4: Ótica, Relatividade e Física Quântica V.4**, 1ª edição, Editora Edgard Blucher Ltda. 1998.

PEREIRA, R. F.; FUSINATO, P. A.; NEVES, M. C. D. **Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de física**. In: ENCONTRO DE NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VII, 2009, Florianópolis. Atas.

Florianópolis: UFSC, 2009. Disponível em: <file:///C:/Users/jardi/Downloads/170-Texto%20do%20artigo-603-1-10-20170208.pdf>. Acesso em 24 de jul. 2022.

PIETROCOLA, M. **A matemática como estruturante do conhecimento físico**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 19, n. 1, p. 89-109, 2002. Disponível em: [http://200.145.6.170/index.php/revista\\_proex/article/view/995/1099](http://200.145.6.170/index.php/revista_proex/article/view/995/1099) . Acesso em: 11 jan. 2021.

RAMALHO, J. F.; FERRARO, G. N.; TOLEDO, S. A. P. **Os fundamentos da Física 2**. 9 ed. São Paulo: Moderna, 2007.

ROCHA, M. D.; EVANGELISTA, E. G.; MACHADO, N. G, MELLO, G. J. (Des) Liga esse celular, moleque! Smartphone como minilaboratório no ensino de Ciências. **Revistas Monografias Ambientais**, v.14, p. 41-52, ano 2015. Disponível em: <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/educacao/origem-dos-jogos-e-brincadeiras/32269>. Acesso em: 09 abr. 2020.

ROLOFF, M. E. **A importância do lúdico em sala de aula**. Disponível em: <https://editora.pucrs.br/anais/Xsemanadeletras/comunicacoes/Eleana-Margarete-Roloff.pdf>. Acesso em 05 jan. 2022.

ROSA, B. A.; ROSA, W. T. C. **A Teoria Histórico-Cultural e o ensino de Física**. Revista Iberoamericana de Educación, vol. 34, 2004. Disponível em: <https://rieoei.org/RIE/article/view/3029>. Acesso em: 22 jul. 2021.

SANTOS, G. L. J.; ERDNANN, L. A.; MEIRELLES, S. H. B.; LANZONI, M. M.; CUNHA, P. V.; ROSS, R. **Integração entre dados quantitativos e qualitativos em uma pesquisa de métodos mistos**. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/tce/v26n3/0104-0707-tce-26-03-e1590016.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2020.

SOUZA, L. S.; MARQUES, J. A. **Ensino física e de história da ciência com jogo de tabuleiro**. Gnarus Revista de História, vol. 8, nº8, 2017. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/citations?user=JUVU85gAAAAJ&hl=pt-BR&oi=sra>. Acesso em 02 de maio 2022.

TIPLER, P. A. **Eletricidade e Magnetismo, Óptica**. 6 ed. Vol. 2. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

OLIVEIRA, C. L. de. **Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa**: tipos, técnicas e características. Travessias, v. 2, n. 3, 2008.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky**: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico. Scipione, 2010.

OLIVEIRA, M. M. **“Como fazer Pesquisa Qualitativa”**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009.

WEBER, F. (2009). **A entrevista, a pesquisa e o íntimo, ou por que censurar seu diário de campo?** Horizontes Antropológicos, 15(32), 157-170. doi:10.1590/S0104-71832009000200007

SILVA, Domiciano Correa Marques da. "**Câmara escura de orifício**"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/camara-escura-orificio.htm>. Acesso em 16 de abril de 2022.

## APÊNDICE A

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário (a), do projeto de pesquisa sob o título “ **Jogo didático de trilha e suas possibilidades na mediação do ensino de óptica geométrica**”.

Meu nome é Jardielson Martins da Silva, sou o pesquisador responsável e professor de física do Estado do Piauí no CETI João Henrique de Almeida Sousa. Estes questionários inserem-se no âmbito de uma pesquisa que será realizada com todos os alunos da turma A do 2º ano do ensino médio desta unidade de ensino. Pretendemos analisar as possibilidades do jogo didático “Trilha da Óptica Geométrica” em mediar o ensino Física relacionados a óptica geométrica. Cada questionário demora cerca de 20 minutos para ser respondido. Ao todo teremos 11 aulas de 50 mim, sendo 1 para a aplicação do questionário para o perfil do aluno e para o pré-teste. O último questionário será aplicado em dois dias, um dia destinado para cada metade da turma, visando avaliar todos os aspectos da implementação do jogo didático. Os questionários são anônimos, os dados preenchidos são confidenciais e apenas serão utilizados pela pesquisa. Não haverá nenhum tipo de pagamento pela participação e será garantido o sigilo que assegura a privacidade dos sujeitos que tiverem seus dados coletados. Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável no telefone (86) 99902-7289 ou pelo e-mail [jardielsonmartins@gmail.com](mailto:jardielsonmartins@gmail.com). Dúvidas a respeito da ética aplicada nesta pesquisa poderão ser questionadas ao comitê de ética em pesquisa da universidade federal do piauí pelo telefone (86) 3237-2332.

**Consentimento livre e esclarecido** declaro que compreendi os objetivos desta pesquisa, como ela será realizada, os riscos e benefícios envolvidos e concordo em participar voluntariamente da pesquisa. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer penalidade. Dou meu consentimento para que o pesquisador que elaborou o questionário utilize os dados por mim fornecidos, de forma anônima, na dissertação do mestrado da UFPI.



**APÊNDICE B****QUESTIONÁRIO 1 : PERFIL DO ALUNO**

1- Qual seu sexo?

- a) Masculino ( )      b) Feminino ( )

2- Qual sua idade?

- a) ( ) 14 anos ou menos  
b) ( ) 15 ou 16 anos  
c) ( ) 17 ou 18  
d) ( ) 19 anos ou mais

3- Qual seu estado civil?

- a) ( ) solteiro      b) ( ) casado      c) ( ) outros.

4- Qual o seu tipo de moradia?

- a) ( ) própria      b) ( ) alugada      c) ( ) outras

5- Com quem você mora?

- a) ( ) Com os pais  
b) ( ) Com os avós  
c) ( ) Com tios  
d) ( ) Sozinho  
e) ( ) Outros

6- Você Trabalha?

- a) Sim ( )

Qual sua profissão? \_\_\_\_\_

- b) Não ( )

7- Como você avalia seu rendimento escolar?

- a) ( ) ruim      b) razoável      c) ( ) bom      d) ( ) Excelente

8- Qual fonte você mais utiliza para realizar pesquisas?

- a) ( ) livros
- b) ( ) revistas
- c) ( ) artigos científicos
- d) ( ) internet
- e) ( ) outros

9- Qual a principal forma de acesso as aulas remotas no período de isolamento social?

- a) ( ) Computador/Notebook
- b) ( ) Smartphone/tablete
- c) ( ) Não tive acesso as aulas remotas

**APÊNDICE C****QUESTIONÁRIO 2: PRÉ-TESTE (CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS SOBRE ÓPTICA GEOMÉTRICA)**

1- O que lhe veem em mente ao ouvir a palavra óptica?

(Comentários livres)

---

---

2- Você sabia que a óptica é uma área de estudo da Física?

(  ) SIM                      (  ) NÃO

3- O que você entende sobre o que é luz?

(Comentários livres)

---

---

4- Você sabe explicar um ou mais dos fenômenos ondulatórios indicados a seguir?

Reflexão:

---

---

Refração:

---

---

Difração:

---

---

Polarização:

---

---

5- Algum conhecimento de Física estudado anteriormente em sala de aula foi útil para as suas respostas?

( ) SIM            ( ) NÃO

Justifique sua resposta:

---

---

## APÊNDICE D

QUESTIONÁRIO 3 - Avaliação do jogo “Trilha da Óptica geométrica” e suas possibilidades de mediação na apropriação dos conceitos de óptica geométrica.

Este questionário objetiva coletar dados que serão utilizados exclusivamente para esta pesquisa. Sua identidade será preservada.

01 – Você considera que o jogo, Trilha da Óptica geométrica, possibilitou a aprendizagem de óptica geométrica?

( ) SIM ( ) NÃO

Por quê? (Comentários livres)

---

---

02 – Quanto aos aspectos visuais do jogo (formatação do tabuleiro e das cartas, cores, etc...) como você o classifica?

( ) ótimo

( ) bom

( ) regular

( ) ruim

( ) péssimo

03 – Quanto as regras do jogo, divisão de grupos e duplas, como você classifica?

( ) ótimo

( ) bom

( ) regular

( ) ruim

( ) péssimo

04- A utilização de um jogo didática durante a aula, lhe deixou mais motivado para aprender Física?

( ) SIM ( ) NÃO

Por quê? (Comentários livre)

---

---

05 – Através do jogo Trilha da Óptica Geométrica, você considera que os conteúdos estudados tem importância no seu cotidiano?

( ) SIM      ( ) NÃO

Por quê? (Comentários livre)

---

---

06 – Para você, o uso de jogos didáticos, semelhante à Trilha da óptica geométrica ou outro tipo de jogo, é uma metodologia de ensino que os professores de Física deveriam usar em sala de aula?

( ) SIM      ( ) NÃO

Por quê? (Comentários livre)

---

---

07 – Para você, o jogo Trilha da Óptica Geométrica, o(a) ajudou a interagir com seus colegas de turma e com o professor na busca de soluções para os problemas de Física apresentados? Se a resposta for SIM, explique o motivo.

( ) SIM      ( ) NÃO

---

---

08- Deixe a seguir suas sugestões, críticas e/ou elogios sobre o jogo didático Trilha da Óptica Geométrica.

---

---

## **APÊNDICE E**

### **PRODUTO EDUCACIONAL**

Neste apêndice apresentamos o Produto Educacional (PE), no qual servirá de manual de apoio para professores que assim desejarem aplica-los em suas aulas. A numeração adotada segue conforme a dissertação, pois este apêndice é parte integrante da mesma.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF

**JARDIELSON MARTINS DA SILVA**

**PRODUTO EDUCACIONAL**  
**MANUAL DE APOIO PARA O JOGO DIDÁTICO: TRILHA DA ÓPTICA**  
**GEOMÉRICA**

**TERESINA**  
**2022**



**JARDIELSON MARTINS DA SILVA**

**PRODUTO EDUCACIONAL**  
**MANUAL DE APOIO PARA O JOGO DIDÁTICO: TRILHA DA ÓPTICA**  
**GEOMÉRICA**

Produto Educacional apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física MNPEF - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí (UFPI) como parte integrante da dissertação e requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

**Linha de Pesquisa:** Educação.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dra. Claudia Adriana de Sousa Melo

**TERESINA**  
**2022**

## APRESENTAÇÃO

Prezado(a) professor (a),

Este manual de apoio tem por intuito, apresentar as possibilidades de mediação do jogo didático “Trilha da Óptica Geométrica”, na apropriação dos conceitos de óptica geométrica. Para tal, utilizamos a teoria de Vygotsky, que trata a mediação, aliada a instrumentos e signos, como elemento fundamental para a aprendizagem.

A motivação para a elaboração deste jogo didático, veio dos anos de experiência como professor de Física da educação básica. Em que relatos de que a física é uma matéria difícil, o pouco interesse dos alunos em aprenderem física, são comuns e até frequentes. Entendemos que os alunos não são mais os mesmos de décadas atrás, eles estão repletos de informações e tecnologias a um clique (ROCHA; EVANGELISTA; MACHADO; MELLO, 2015). Os *smatphones* (celulares inteligentes), basicamente, já substituíram computadores, videogames, reprodutores de áudio e vídeo. Neles há tudo que os jovens “precisam”. Assim, é preciso buscar meios alternativos que auxiliem o processo de ensino e aprendizagem, que o aluno possa aprender de forma dinâmica e diversificada. Nesse sentido, o uso de jogos didáticos tem se tornado cada vez mais frequentes em sala de aula e se mostrando um excelente recurso didático.

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Figura 1 – Modelo do jogo: Trilha da óptica geométrica.....	102
Figura 2 – Modelo de cartas, frente e verso.....	102
Figura 3 – Jogo didático, “Trilha da Óptica Geométrica” após a finalização...	103

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Regras do jogo “Trilha Da Óptica Geométrica” .....	104
Quadro 2 – Esboço dos encontros formativos/aulas e suas ações, datas e carga horária .....	106

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	97
<b>2 A Teoria Histórico-Cultural e suas possibilidades para o ensino</b> .....	97
<b>3 Jogo didáticos e suas potencialidades para o ensino de Física</b> .....	98
<b>4 O jogo didático “Trilha da óptica geométrica</b> .....	99
<b>4.1 As regras do jogo</b> .....	102
<b>4.2 Dinâmica de aplicação do jogo didático em sala de aula</b> .....	104
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	107
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	108
<b>APÊNDICE A – Tabuleiro para impressão</b> .....	110
<b>APÊNDICE B – Cartas para impressão</b> .....	111
<b>APÊNDICE C – Gabarito das cartas</b> .....	120
<b>APÊNDICE D – Regras do jogo “Trilha da Óptica Geométrica”</b> .....	121
<b>APÊNDICE E – Esboço dos encontros formativos/aulas e suas ações, datas e carga horária</b> .....	122

## 1 INTRODUÇÃO

Através do lúdico é possível despertar no aluno o interesse pela aprendizagem de forma intensificada e envolvente (MACEDO; PETTY; PASSOS, 2005). Desta forma, através de atividades lúdicas é possível diversificar o ensino, dando ao estudante a possibilidade de aprender por meio de outra abordagem, e possibilitando ao professor se desvencilhar do tradicionalismo a partir do uso de metodologias lúdicas, envolvendo o aluno e o cativando para aprender física.

O lúdico pode trazer à aula um momento de felicidade, seja qual for a etapa de nossas vidas, acrescentando leveza à rotina escolar e fazendo com que o aluno registre melhor os ensinamentos que lhe chegam, de forma mais significativa (ROLOFF, 2010).

O jogo didático por conter um caráter lúdico, é capaz de trazer a aula, um “ar de leveza” e descontração, sem fugir ao seu objetivo de possibilitar a aprendizagem da Óptica Geométrica. Percebeu-se durante a aplicação um clima agradável, que os alunos estavam de fato se divertindo.

A interação social, como afirma Vygotsky (2007), é uma relação histórico-cultural, e um fator importante para a aprendizagem. Para Rosa (2004), a interação social é o que provoca a alteração e o desenvolvimento das funções psíquicas superiores inerentes ao ser humano e frutos de suas características biológicas e da sua interação histórico-cultural com o seu meio. Lucci (2006) reforça essa ideia, que segundo ele, para Vygotsky, as funções superiores são determinadas histórica e culturalmente.

Nas seções seguintes abordaremos os principais aspectos da teoria histórico-cultural, bem como o processo de desenvolvimento e as sugestões para a aplicação e utilização do jogo “Trilha da Óptica Geométrica”.

## 2 A Teoria Histórico-Cultural e suas possibilidades para o ensino

Lev Semionovitch Vygotsky (1896-1934) nasceu na bielo-russa, dedicou-se a várias áreas do conhecimento, tais como história, literatura, medicina, psicologia e pedagogia. Dentre seus inúmeros trabalhos destacamos sua teoria da

aprendizagem. Para Vygotsky, a aprendizagem não é uma questão puramente biológica, mas sim, uma interação do indivíduo com o meio social, logo, o desenvolvimento cognitivo corre devido a uma interação sócio-histórico-cultural.

Oliveira (2010) acerca do estudo de Vygotsky menciona que a relação do homem com o mundo não é uma relação direta e, sim, mediada. Ainda segundo Oliveira (2010) pode-se entender a mediação como um processo intermediário numa relação. Desta forma, a apropriação do conhecimento dar-se por meio da interação sócio-histórico-cultural entre os indivíduos e o meio, mediado pelos instrumentos e signos.

Neste trecho, percebemos a importância da interação social e do convívio escolar para a aquisição dos conhecimentos. Este convívio se dá entre alunos e alunos e com o professor.

### **3 Jogo didáticos e suas potencialidades para o ensino de Física**

A rotina da sala de aula, tendo o aluno apenas como receptor do conteúdo e o professor como transmissor do conteúdo, torna o processo ensino-aprendizagem desgastante e desmotivador, sobre tudo para o aluno. Diante disto, propor o ensino a partir de jogos didáticos promoveria entretenimento, diversão e prazer aos estudantes, objetivando o aprendizado.

Os jogos didáticos possuem uma dimensão lúdica, pois ela é envolvente, interessante e informativa, como afirma Macedo, Petty e Passos (2005). Jogar trata-se de uma brincadeira organizada, com regras, visando um objetivo específico. Numa atividade lúdica, o objeto não é apenas a diversão dos alunos, e sim, que eles possam aprender de forma diferenciada e envolvente.

Joucoski e col. (2011) afirmam que “[...] instrumentos e métodos diferentes quando aplicados junto aos conteúdos tornam-se significativos para os estudantes que com isso passam a se interessar pelos conteúdos dos jogos”. Proporcionar uma atividade lúdica com o intuito de apresentar um conteúdo ao estudante será uma atividade com grandes resultados, pois neles é despertado o interesse pelo conteúdo presente no jogo. Diferente do que ocorre, em muitos casos, quando os conteúdos são simplesmente expostos diretamente no quadro pelo professor ao aluno.

É importante ressaltar Kishimoto (1996), que afirma que o jogo não é o fim, mas aquilo que irá conduzir a um conteúdo didático específico por intermédio da ação lúdica resultando na compreensão da informação.

Ainda segundo Joucoski e col. (2011), os jogos didáticos incentivam o trabalho em equipes e proporcionam a interação professor-aluno e auxiliam o desenvolvimento de raciocínio e habilidades.

“Enquanto joga o aluno desenvolve a iniciativa, a imaginação, o raciocínio, a memória, a atenção, a curiosidade e o interesse, concentrando-se por longo tempo em uma atividade (FORTUNA, 2003).”

“Por aliar os aspectos lúdicos aos cognitivos, entendemos que o jogo é uma importante estratégia para o ensino e a aprendizagem de conceitos abstratos e complexos, favorecendo a motivação interna, o raciocínio, a argumentação, a interação entre alunos e entre professores e alunos (CAMPOS, BORTOLOTO e FELICIO, 2003).”

Segundo PEREIRA, FUSINATO e NEVES (2009), os jogos didáticos possuem grande potencial para despertar o interesse dos alunos pelos conteúdos de Física, por aborda-los de forma lúdica, diferentemente do que ocorre em sala de aula, em sua maioria aulas expositivas, impossibilitando a participação dos alunos.

SOUZA (2017), afirma em seu trabalho, que o jogo didático de tabuleiro, fo capaz de proporcionar aprendizagem, de forma lúdica, de novos conteúdos de Física para alunos do ensino médio. Corroborando com os autores já citados nas seções anteriores, no qual, afirmam que os jogos didáticos possibilitam o ensino e a aprendizagem.

As atividades lúdicas em sala de aula devem ser direcionadas a aprendizagem, neste produto educacional, objetivamos a aprendizagem da óptica geométrica, sendo assim possível apresentar conceitos abstratos e complexos, mantendo a motivação interna na busca de solucionar os problemas propostos.

#### **4 O jogo didático “Trilha da óptica geométrica”**

O Produto Educacional (PE) consiste em um jogo didático de trilha, no qual foram elaboradas regras para sua aplicação, visando mediar o ensino da óptica geométrica através do lúdico, proporcionando a aprendizagem de forma interativa,



dinâmica e diversificada. Quando a fala e a atividade prática convergem, dão origem às formas puramente humanas de inteligência (VIGOTISK, 2007).

“O momento de maior significado do curso do desenvolvimento intelectual, que dá origem às formas puramente humanas de inteligência prática e abstrata, acontece quando a fala e a atividade prática, então duas linhas completamente independentes de desenvolvimento, convergem (VIGOTISK, 2007).”

Através do Microsoft Word – 2019, foram elaborados três tabuleiros e 32 cartas para cada jogo, respectivamente, contendo perguntas de óptica geométrica. Sugerimos que a impressão deste material seja feita em papel fotográfico, que possui maior durabilidade e realça a qualidade e as cores das imagens.

Os recursos visuais, que não só abrangem, mas também conferem grande importância aos aspectos gráficos, como o negrito, o sublinhado, o itálico, os tamanhos e tipos diferentes de fontes, assim como a inclusão de outros aspectos visuais a uma página impressa, como uma fotografia, diagramas, gráficos, barras, linhas, caixas, ilustrações, tabelas, elementos gráficos e cores, passam a ser cada vez mais utilizados nos meios de comunicação, entretenimento e ensino, fruto de uma necessidade que a sociedade moderna tem de absorver a informação com mais agilidade e rapidez (PROCÓPIO; SOUZA, 2009, p.139).

Os recursos visuais, tais como fotografias, gráficos e cores possuem grande importância não somente para as comunicações, mas também para o ensino, vivemos em uma sociedade que cada vez mais absorvem informações com agilidade e rapidez. Isso não significa que objetivamos uma aprendizagem “rápida”, mas, sim, que os aspectos visuais contribuam para uma visão geral do jogo e de seu conteúdo de forma ágil, direta e simples.

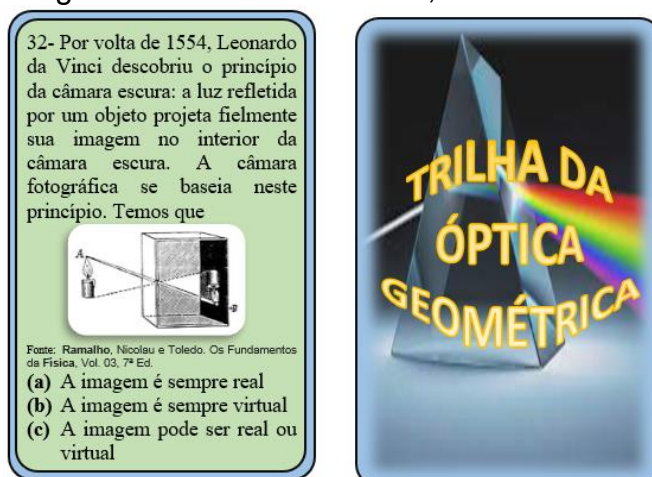
Nas figuras 1 e 2 temos o modelo do tabuleiro e das cartas. Os mesmos estão disponíveis para impressão nos apêndices A e B, respectivamente nos tamanhos que utilizamos na aplicação do PE. No entanto, fica a critério do professor que utilizar o jogo em sua sala de aula, a escolha do tipo de papel e o tamanho que serão impressos.

Figura 1 – Modelo do jogo: Trilha da óptica geométrica.



Fonte: O próprio autor.

Figura 2 – Modelo de cartas, frente e verso.



Fonte: Dados do autor.

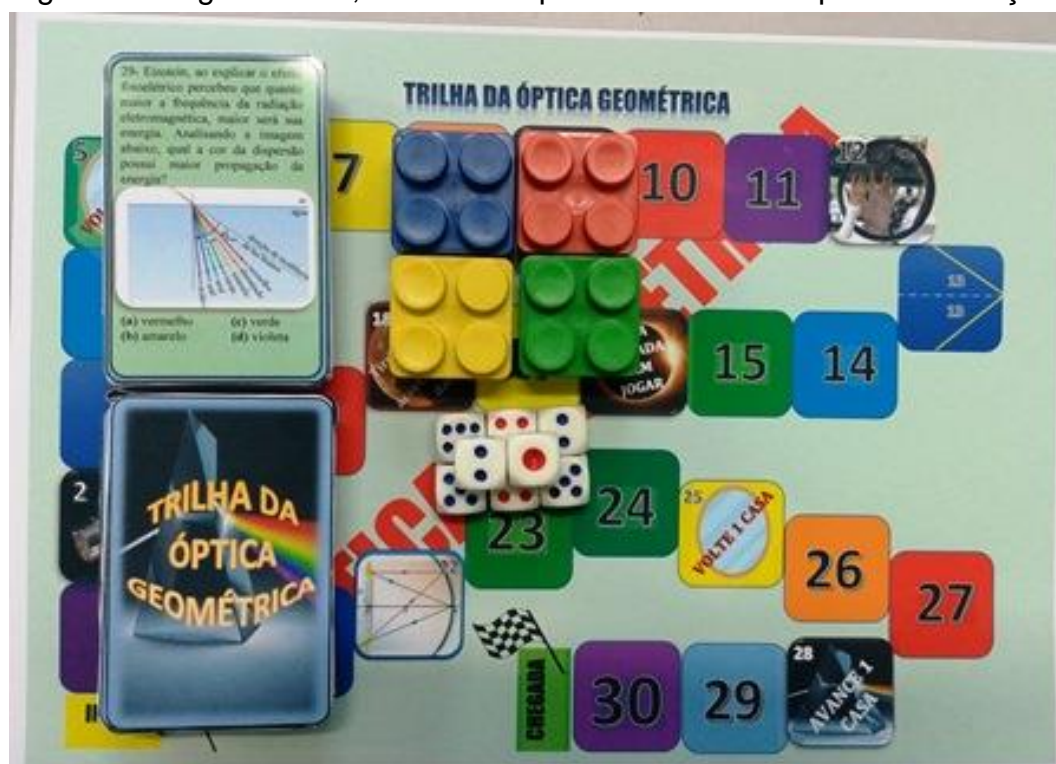
Como o PE, trata-se de um jogo de trilha, é necessário de 3 a 5 dados<sup>1</sup> para serem distribuídos entre os grupos, pois a partir do número “tirado” nos dados, os jogadores ou grupos movimentarão suas peças ao longo da trilha.

As peças que representam cada grupo ou jogador, ficam a critério de cada professor. Neste PE, optamos por pequenas peças coloridas (blocos de encaixe adquiridos em uma papelaria)

<sup>1</sup>Os dados são pequenos poliedros gravados com determinadas instruções. O dado mais clássico é o cubo (seis faces), gravado com números de um a seis (Fonte: Wikipédia).

Na figura 3, temos o jogo didático completo após impressão, recorte e colagem das cartas juntamente com os dados e as peças que se moverão ao longo da trilha.

Figura 3 – Jogo didático, “Trilha da Óptica Geométrica” após a finalização.



Fonte: Dados do autor.

As cartas foram impressas separadamente, frente e verso, deste modo, fizeram-se necessário fazer o recorte individual de cada carta e a colagem de cada frente com um verso.

#### 4.1 As regras do jogo

No quadro a seguir, detalhamos as 4 regras do jogo, a função do aluno mediador e do professor mediador para que possa ser feito a impressão e entregue aos alunos. As regras podem ser alteradas livremente a critério de cada professor.

### QUADRO 1 – REGRAS DO JOGO “TRILHA DA ÓPTICA GEOMÉTRICA

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>REGRA 1-</i> O mediador (aluno), definirá em sorteio a dupla que iniciará o jogo e a ordem das demais duplas (se houver 3 duplas).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>REGRA 2-</i> A primeira dupla retira uma carta do “monte”, responde a pergunta, se correta, joga o dado para cima e avança, com a peça representante do grupo, o número de casas correspondentes. Caso a resposta esteja errada, a dupla permanece na mesma posição. As demais duplas jogam em seguida.</li> </ul>
<p><i>OBS! Se “cair” em alguma casa especial, deverá seguir a instrução da correspondente casa. Podendo avançar, retirar uma nova carta e jogar o dado novamente, retornar a casa anterior, ou ficar uma rodada sem jogar.</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>REGRA 3-</i> Vencerá o jogo a dupla que alcançar, com sua peça, a casa “CHEDAGA”. As demais duplas continuam o jogo para definir as outras posições (caso haja 3 duplas).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>REGRA 4-</i> Participar do jogo, Trilha da óptica geométrica, para interagir com os colegas de turma e com o professor, objetivando a aprendizagem, sem desprezar os demais, prezando pelo bom convívio.</li> </ul>
<p><b>O aluno mediador.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O mediador terá a função de organizar o jogo, observar a ordem de participação de cada dupla, conferir e anunciar o gabarito das cartas retiradas durante a partida.</li> <li>• Zelar pela ordem e respeito entre os participantes do jogo didático juntamente com o professor responsável pela turma.</li> </ul>
<p><b>O professor mediador.</b></p> <p>Caberá ao professor mediador, organizar os grupos, escolher os alunos mediadores, observando aqueles que tenham interesse em mediar, proporcionar o ambiente adequado para aplicação do jogo didático e zelar pela organização e respeito entre todos os participantes.</p>

Fonte: Dados do autor.

Recomenda-se que sejam formados grupos de 5 ou 7 alunos, e em cada grupo deve ser escolhido um aluno mediador, que juntamente ao professor, auxiliará

o grupo durante o jogo. Ressalta-se que a quantidade de grupos e de participantes para cada jogo didático fica a critério do professor, de acordo sua estratégia didática e com a realidade de cada sala de aula.

#### **4.2 Dinâmica de aplicação do jogo didático em sala de aula**

Nesta seção deixaremos algumas sugestões para os professores aplicarem o Produto Educacional (jogo didático) em suas aulas.

O jogo didático aqui descrito, foi aplicado num contexto de pandemia da COVID-19, no ano de 2021, onde fez-se necessário obedecer aos protocolos de segurança determinados pela Secretaria de Educação do Piauí. Sendo assim, as aulas foram realizadas no formato híbrido, metade da turma online e a outra metade presencialmente na escola. Ao todo foram 7 encontros/formativos, totalizando 11 aulas de 50 min, cada.

Sugerimos que sejam ministradas aulas que permitam desenvolver todo o conteúdo de óptica geométrica abordado no jogo didático.

Conteúdo programático:

- ✓ *Aspectos gerais da óptica geométrica*
- ✓ *Princípios da óptica geométrica*
- ✓ *Espelhos planos*
- ✓ *Espelhos esféricos: côncavo e convexo.*
- ✓ *Refração da luz: índice de refração e Lei de Snell*

Este produto educacional, não tem por finalidade desenvolver uma sequência didática para os conteúdos de óptica geométrica, mas sim, aplicar o jogo didático: Trilha da Óptica Geométrica, em momento oportuno decidido pelo professor, de acordo com os objetivos que cada docente pretende alcançar com seus alunos. Contudo, no quadro 2, deixamos algumas sugestões das ações a serem desenvolvidas nos seis encontros formativos, tomando como base a aplicação deste PE pelo professor pesquisador. A coluna data está em branco, para que o próprio professor preencha e distribua suas aulas de acordo com seu planejamento. Este quadro está disponível, em branco, como apêndice no final do trabalho.

**QUADRO 2:** Esboço dos encontros formativos/aulas e suas ações, datas e carga horária.

Encontros/ Aulas	Data	Carga horária	Ações
1º aula		1 h/a	Aplicar questionário de conhecimentos prévios de óptica geométrica.
2º aula		1 h/a	Estudo sobre os fundamentos da Óptica Geométrica e seus princípios.
3º aula		2 h/a	Estudo sobre espelhos planos, formação de imagens, curiosidades e aplicações.
4º aula		1 h/a	Estudo sobre os espelhos esféricos e suas aplicações.
5º aula		2 h/a	Estudo sobre a refração da luz e a Lei de Snell.
6º aula		2h/a	Aplicação do Produto Educacional (Jogo didático: trilha da óptica geométrica).

**Fonte:** O próprio autor, 2021.

A seguir, como sugestão, descreveremos cinco momentos para a aula de aplicação do jogo didático.

#### **Primeiro momento:**

No primeiro momento da aula de aplicação do jogo didático, sugere-se que o professor explique o objetivo e as características gerais do jogo, e apresente visualmente as cartas e o tabuleiro, em seguida deve solicitar aos alunos que formem grupos com quantidades ímpares, se for possível. Desta forma, será possível formar duplas ou trios que competirão entre si, sendo que em cada grupo deve se eleger o aluno medidor, que ajudará o professor na condução de cada partida do jogo didático.

#### **Segundo momento:**

Após a formação dos grupos, recomendamos que o professor distribua uma cópia das regras para cada aluno e faça a leitura da mesma juntamente com os alunos, se assim convier, pode-se alterar as regras para uma melhor adaptação do jogo didático ao contexto de cada sala de aula.

**Terceiro momento:**

Neste momento, deve-se distribuir o jogo didático entre os grupos formados na sala de aula, entregar a folha com o gabarito das cartas (disponível nos apêndices) ao aluno mediador e selecionar a peça que representará cada equipe. Esta última parte pode ser realizada a critério de cada grupo.

**Quarto momento:**

No quarto momento, o professor mediador deve autorizar o início das partidas. Sugere-se que os grupos tenham autonomia para jogarem e que o professor fique atento a quaisquer intercorrências, sejam elas relacionadas ao próprio jogo ou a conflitos entre os alunos. Vale ressaltar, que o docente que estiver aplicando este PE em suas aulas, tem total autonomia para desenvolver a atividade de acordo com seus objetivos pedagógicos.

Durante a partida, caso as cartas do monte acabem, sugere-se que as mesmas sejam embaralhadas e feito um novo monte de cartas. Mantendo-se assim, a dinâmica e interação entre os alunos.

Vencerá a partida a equipe que alcançar primeiro a linha de chegada com sua peça. As demais equipes podem continuar jogando até que sejam definidas todas as outras colocações.

**Quinto momento:**

Após o fim da partida, o professor pode propor atividade de recapitulação dos conteúdos estudados, retomada de perguntas das cartas, discussão geral da atividade e das perguntas.

Em nossa aplicação do PE, que resultou na dissertação de mestrado entregue ao MNPEF, o momento final da aula foi destinado a aplicação do questionário avaliativo do jogo didático Trilha da Óptica Geométrica, afim de verificar suas possibilidades na mediação dos conceitos de física referentes ao tema.

## 5 Considerações finais

O jogo trilha da óptica geométrica, tratou-se de um Produto Educacional (PE) aplicado em uma turma do segundo ano do ensino médio, de uma escola de tempo integral. No qual, foram ministradas aulas anteriores a aplicação do PE, visando a explanação e discussão do conteúdo.

Diante dos resultados positivos que obtivemos, deixamos este manual de apoio para que outros professores possam aplica-los em suas aulas. E que, possam serem feitas modificações de acordo com a necessidade de cada professor e seus objetivos para o ensino e aprendizagem.

Quanto ao seu caráter mediador, o jogo trilha da óptica geométrica, se mostra uma excelente ferramenta didática neste processo. De já, sugerimos que os professores adicionem mais cartas com perguntas ou até mesmo cartas especiais, que permitam bonificações ou ajuda extra para que os alunos possam responder as perguntas.

Outro aspecto que destacamos, é que, a partir deste jogo, possam serem elaborados outros jogos semelhantes com outras temáticas, conteúdos ou disciplinas.

Por fim, podemos perceber que o presente PE, foi capaz de mediar os principais conceitos e aspectos da óptica geométrica, possibilitando a aprendizagem. Assim, fica a critério de cada professor fazer ou não, alterações metodológicas ou conceituais deste jogo didático. Como que diz Falkembach (2006), o uso do lúdico em sala de aula serve como estímulo para o desenvolvimento do estudante, e auxilia no processo de ensino e aprendizagem.



## REFERÊNCIAS

JOUCOSKI, E.; SERBENA, A. L.; MELO, C. C.; ZANON, E. K.; SANTOS, J.; CHAVES, R. K. C.; REIS, R. A. **A construção dos jogos didáticos de cartas colecionáveis como instrumento de divulgação científica no programa de extensão LabMóvel**. Anais do VIII ENPEC, 2011. Disponível em: [http://abrapecnet.org.br/atas\\_enpec/viii/enpec/resumos/R0338-1.pdf](http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viii/enpec/resumos/R0338-1.pdf). Acesso em: 09 set. 2020.

KISHIMOTO, T. M. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. Cortez, São Paulo, 1996.

LUCCI, A. M. **A proposta de Vygotsky: A psicologia sócio-histórica**. Revista de currículo y formación del profesorado, vol. 10, 2006. Disponível em: <https://www.ugr.es/~recfpro/rev102COL2port.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2021.

LÜDKE, M. ANDRÉ M. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2 ed. São Paulo: EPU, 2013.

MACEDO, L. de; PETTY, A. L. S.; PASSOS, N. C. **Os Jogos e o Lúdico na Aprendizagem Escolar**. Porto Alegre: Artmed, 2005. Disponível em: <file:///C:/Users/MARTINS/Downloads/Amostra.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2020.

PEREIRA, R. F.; FUSINATO, P. A.; NEVES, M. C. D. **Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de física**. In: ENCONTRO DE NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VII, 2009, Florianópolis. Atas. Florianópolis: UFSC, 2009. Disponível em: <file:///C:/Users/jardi/Downloads/170-Texto%20do%20artigo-603-1-10-20170208.pdf>. Acesso em 24 de jul. 2022.

ROCHA, M. D.; EVANGELISTA, E. G.; MACHADO, N. G, MELLO, G. J. (Des) Liga esse celular, moleque! Smartphone como minilaboratório no ensino de Ciências. **Revistas Monografias Ambientais**, v.14, p. 41-52, ano 2015. Disponível em: <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/educacao/origem-dos-jogos-e-brincadeiras/32269>. Acesso em: 09 abr. 2020.

ROLOFF, M. E. **A importância do lúdico em sala de aula**. Disponível em: <https://editora.pucrs.br/anais/Xsemanadeletras/comunicacoes/Eleana-Margarete-Roloff.pdf>. Acesso em 05 jan. 2022.

ROSA, B. A.; ROSA, W. T. C. **A Teoria Histórico-Cultural e o ensino de Física**. Revista Iberoamericana de Educación, vol. 34, 2004. Disponível em: <https://rieoei.org/RIE/article/view/3029>. Acesso em: 22 jul. 2021.

SANTOS, G. L. J.; ERDNANN, L. A.; MEIRELLES, S. H. B.; LANZONI, M. M.; CUNHA, P. V.; ROSS, R. **Integração entre dados quantitativos e qualitativos em uma pesquisa de métodos mistos**. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/tce/v26n3/0104-0707-tce-26-03-e1590016.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2020.

SOUZA, L. S.; MARQUES. J. A. **Ensino física e de história da ciência com jogo de tabuleiro**. Gnarus Revista de História, vol. 8, nº8, 2017. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/citations?user=JUVU85gAAAAJ&hl=pt-BR&oi=sra>. Acesso em 02 de maio 2022.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

OLIVEIRA, C. L. de. **Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa**: tipos, técnicas e características. Travessias, v. 2, n. 3, 2008.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky**: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico. Scipione, 2010.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009.

APÊNDICE A

Tabuleiro para impressão.



## APÊNDICE B

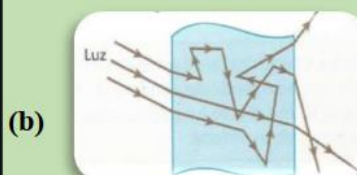
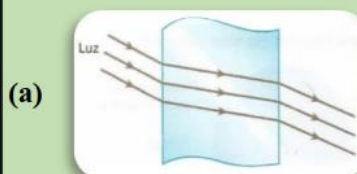
Cartas para impressão.

1- Dentre os fenômenos relacionados a seguir, qual deles **não** é um fenômeno sofrido pela luz?

- (a) Reflexão
- (b) Refração
- (c) Dispersão
- (d) Reverberação

2- Qual figura representa um meio de propagação transparente para a luz?

Fonte: HELOU; GUALTER; NEWTON. Tópicos de Física, Vol. 03, 16ª Ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2012.



3- O ano-luz é uma unidade de medida apropriada para as dimensões do universo. Qual grandeza física ela mede?

- (a) Tempo
- (b) Distância
- (c) Velocidade
- (d) Aceleração



Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/as-galaxias.htm>

4- Conhecer os meios de propagação da luz, e como ela se comporta neste meio, permite uma série de aplicações físicas. Tais como, espelhos, óculos de grau e/ou escuros, dentre outras. Na figura abaixo, qual imagem representa um meio translúcido?



Fonte: <https://sites.ifi.unicamp.br/mbonanca/files/2019/11/tema4L.pdf>

- (a)
- (b)
- (c)

5- Acreditavam os antigos que a capacidade de visualização devia-se a um estranho mecanismo que consistia de os olhos lançarem linhas invisíveis terminadas em ganchos (anzóis) que capturavam os detalhes dos objetos visados e traziam as informações aos órgãos visuais, possibilitando enxergar. Mas essa teoria foi abandonada mediante o seguinte argumento:

- (a) Os raios luminosos têm um único sentido de propagação.
- (b) Não é possível enxergar em ambientes totalmente escuros.
- (c) Só é possível enxergar corpos que refletem a luz de outros corpos.

6- As cores, no ponto de vista físico, são definidas pela frequência de vibração das ondas eletromagnéticas. Ou seja, cada cor, terá sua própria frequência. Analisando a imagem abaixo, podemos afirmar que a cor azul da camisa é originada pois:

Fonte: [https://www.colorirgratis.com/colorir-de-camisa-azul-escura\\_696874.html](https://www.colorirgratis.com/colorir-de-camisa-azul-escura_696874.html)



- (a) A luz branca incidente sobre a camisa é completamente absorvida.
- (b) A luz azul incidente sobre a camisa é absorvida.
- (c) A luz azul incidente sobre a camisa é refletida.

7- Para estudarmos a luz, é necessário estabelecer alguns princípios, dentre eles, temos o “princípio da propagação retilínea da luz” que permite explicar diversas situações físicas do nosso cotidiano. Das opções abaixo, qual delas pode ser explicada por este princípio?

- (a) A formação de sombras e eclipses.
- (b) Ver uma pessoa no banco de trás de um carro pelo vidro retrovisor.
- (c) A formação de miragens no deserto.
- (d) A cor azulado do céu.

8- Observe atentamente a figura:



Fonte: <https://pt.dreamstime.com/fotografia-de-stock-olhando-o-espelho-retrovisor->

O fenômeno físico evidenciado nesta imagem, pode ser explicado pelo:

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

9- Em shows é muito comum a utilização do “jogo de luz”, equipamento que emite luz em diversas cores.



Fonte:HELOU; GUALTER; NEWTON. Tópicos de Física, Vol. 03, 16ª Ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2012.

Esta situação evidencia o:

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

10- Na figura abaixo, temos uma representação dos antigos egípcios medindo a altura de uma pirâmide. Qual o princípio da óptica geométrica assegura que o método utilizado para o cálculo desta altura é correto?



Fonte:<http://matematicaferafa.citec.blogspot.com/2011/08/tales-de-mileto-piramide-e-o->

- (a) independência dos raios de luz.
- (b) reversibilidade dos raios de luz.
- (c) Independência dos raios de luz.

11- Na imagem abaixo temos uma sequência de fotos da sombra da Terra se projetando sobre a Lua. Este fenômeno só é possível devido a propagação retilínea da luz. O fenômeno apresentado, trata-se de um(a):



Fonte: RAMALHO, J. F.; FERRARO, G. N.; TOLEDO, S. A. P. Os Fundamentos da Física 2. 9 ed. São Paulo: Moderna, 2007.

- (a) eclipse solar.
- (b) eclipse lunar.
- (c) aurora boreal.
- (d) solstício de inverno.

12-



Isaac Newton, retratado em gravura do século XIX, realizando experimento para estudo da luz branca. Autor desconhecido. Bibliothèque Nationale, Paris, França. Coleção particular.

Fonte:HELOU; GUALTER; NEWTON. Tópicos de Física, Vol. 03, 16ª Ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2012.

A imagem acima representa a:

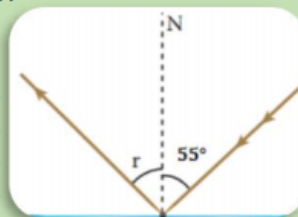
- (a) reflexão da luz.
- (b) difração da luz.
- (c) refração da luz.

13- Os espelhos planos têm emprego bastante diversificado. São utilizados domesticamente, prestando-se a variados fins, e também como componentes de vários sistemas ópticos. Sobre as características da imagem formada pelos espelhos planos, temos que:

- (a) são sempre reais e invertidas.
- (b) são sempre virtuais e invertidas.
- (c) são sempre reais e menor que o objeto.
- (d) são sempre virtuais e de mesmo tamanho do objeto.

14- Uma criança brinca com um pequeno espelho plano, refletindo a luz do Sol em objetos e pessoas de sua casa. Quando o raio de luz incidente forma um ângulo de  $55^\circ$  com a reta normal a superfície, qual será o ângulo do raio de luz refletido?

- (a)  $30^\circ$
- (b)  $45^\circ$
- (c)  $55^\circ$
- (d)  $60^\circ$



Fonte:HELOU; GUALTER; NEWTON. Tópicos de Física, Vol. 03, 16ª Ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2012.

15- Os espelhos são capazes de gerar imagens reais e imagens virtuais. Das características abaixo, qual delas representa uma imagem real?

- (a) podem ser projetadas em anteparos.
- (b) não podem ser projetadas em anteparos.
- (c) é formada pelo prolongamento dos raios de luz refletidos.

16- Observe a figura.



Fonte: RAMALHO, J. F.; FERRARO, G. N.; TOLEDO, S. A. P. Os Fundamentos da Física 2. 9 ed. São Paulo: Moderna, 2007.

Podemos concluir que o ângulo entre os dois espelhos planos é de:

Lembre-se que:  $n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$

- (a)  $30^\circ$
- (b)  $45^\circ$
- (c)  $60^\circ$
- (d)  $90^\circ$

17- O espelho retrovisor do carro, permite enxergar objetos com imagem reduzida. Qual o espelho mais indicado para essa finalidade?



Fonte: <https://br.freepik.com/vetores-premium/imagem-do-espelho-retrovisor-de-um-carro-refletido-na-estrada-outro-carro-arvores-e-a-silhueta-de-uma-cidade-grande>

- (a) plano.
- (b) côncavo.
- (c) convexo.

18- Radiotelescópios são equipamentos que rastreiam o espaço em busca de sinais de ondas eletromagnéticas. As ondas eletromagnéticas incidem na parte côncava da antena e refletem passando pelo ponto em destaque indicado na figura. A este ponto, damos o nome de:

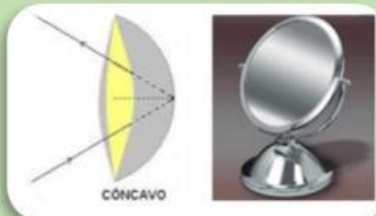


Fonte: <https://www.istockphoto.com/br/foto/antena-parab%C3%B3lica-gm612369288-105449413>

- (a) foco
- (b) vértice
- (c) centro óptico.

19- Os espelhos côncavos são capazes de conjugar imagens

- (a) somente reais
- (b) somente virtuais
- (c) reais e virtuais



Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/espelhos-concavos-convexos.htm>

20- O forno solar é uma construção que utiliza um espelho côncavo. Só é possível utilizar este tipo de forno, pois



Fonte: [https://www.fogaosolar.net/Tipos\\_fogoes.html](https://www.fogaosolar.net/Tipos_fogoes.html)

- (a) a luz do Sol reflete no espelho passando pelo foco.
- (b) a luz do Sol é bastante intensa e aquece o espelho.
- (c) a luz do Sol é uma onda eletromagnética de alta frequência.



21- Os espelhos convexos são capazes de conjugar imagens

- (a) somente reais
- (b) somente virtuais
- (c) reais e virtuais



Fonte: <http://www.sinalproducoes.com.br/sinalizacoes/espelhos-convexos/espelho-convexo-concavo/espelho-convexo-industrial-embu>

22- O índice de refração da luz é uma grandeza física que permite avaliar a velocidade da luz em um meio, além de possuir diversas aplicações no estudo das lentes.

Analisando a equação que define o índice de refração,  $n = c/v$ , sendo  $c$  a velocidade da luz no vácuo, e  $v$  a velocidade da luz no meio considerado. Podemos afirmar que quanto maior o índice de refração

- (a) menor será a velocidade da luz no meio.
- (b) maior será a velocidade da luz no meio.
- (c) a luz terá a mesma velocidade no vácuo e no meio.

23- Observe a tabela e responda

Material	Índice de refração
Ar	1,0003
Água	1,3300
Gelo	1,3100
Álcool	1,3600
Óleo	1,4600

- (a) a velocidade da luz no gelo é maior que no ar.
- (b) a velocidade da luz no óleo é maior que na água.
- (c) a velocidade da luz no ar é menor que no álcool.
- (d) a velocidade da luz no óleo é menor que no álcool.

24- É o fenômeno que consiste no fato de a luz ser transmitida de um meio para o outro opticamente diferente:

- (a) Reflexão.
- (b) Refração.
- (c) Difração.
- (d) Polarização.

25- Na figura, o raio de luz incide sobre a superfície de um líquido no sentido de cima para baixo, mudando de meio.



Fonte: HELOU; GUALTER; NEWTON. Tópicos de Física, Vol. 03, 16ª Ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2012.

Podemos afirmar que:

- (a) a luz diminuiu sua velocidade.
- (b) a luz aumentou sua velocidade.
- (c) a luz se manteve com a mesma velocidade.

26- Ao avistar o peixe no rio, o caçador deverá arremessar sua lança:



Fonte: <http://professorpanosso.com.br/documentos/eleva%C3%A7%C3%A3o%20aparente%20o%20panosso%20017.pdf>

- (a) diretamente na imagem do peixe.
- (b) um pouco acima da imagem do peixe.
- (c) um pouco abaixo da imagem do peixe.

27- A fibra óptica permite a transmissão do sinal eletromagnético, centenas de vezes mais rápido que fios de transmissão de cobre. Os fenômenos ondulatórios associados a fibra óptica, são:



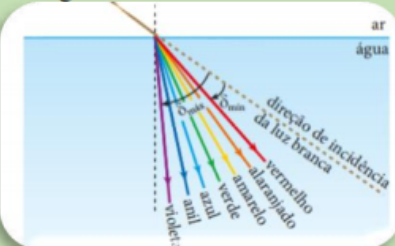
Fonte: HELOU; GUALTER; NEWTON. Tópicos de Física, Vol. 03, 16ª Ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2012.

- (a) reflexão e refração da luz.
- (b) Somente refração da luz.
- (c) Reflexão e difração da luz.
- (d) Difração e polarização da luz.

28- Você está em quarto totalmente escuro, juntamente com seu gato “mimi”, olha para os lados procurando-o, e:

- (a) Encontra-o, pois os olhos dos gatos emitem luz.
- (b) Não o encontra, pois o gato é uma fonte de luz secundária.
- (c) Encontra-o, pois nossos olhos são fontes de luz primária.
- (d) Não o encontra, pois nossos olhos não emitem luz no escuro.

29- Einstein, ao explicar o efeito fotoelétrico percebeu que quanto maior a frequência da radiação eletromagnética, maior será sua energia. Analisando a imagem abaixo, qual a cor da dispersão possui maior propagação de energia?



Fonte:HELOU; GUALTER; NEWTON. Tópicos de Física, Vol. 03, 16ª Ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2012.

- (a) vermelho                      (c) verde  
(b) amarelo                      (d) violeta

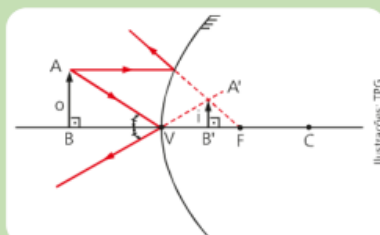
30- Observando a figura abaixo, identificamos que a aparente deformação do lápis, trata-se de:



Fonte:HELOU; GUALTER; NEWTON. Tópicos de Física, Vol. 03, 16ª Ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2012.

- (a) refração da luz  
(b) ilusão de óptica  
(c) dispersão da luz

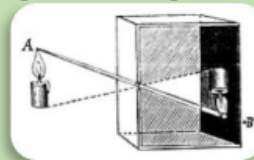
31- O tipo de espelho representado na imagem abaixo é bastante utilizado para:



Fonte:<https://www.preparaenem.com/fisica/imagem-formada-um-espelho-esferico-convexo.htm>

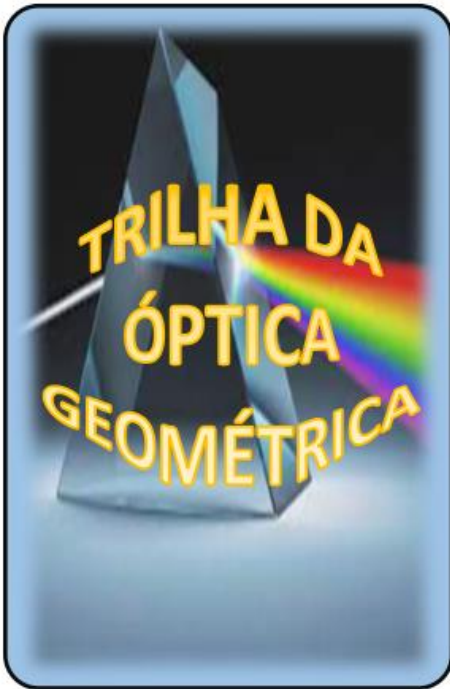
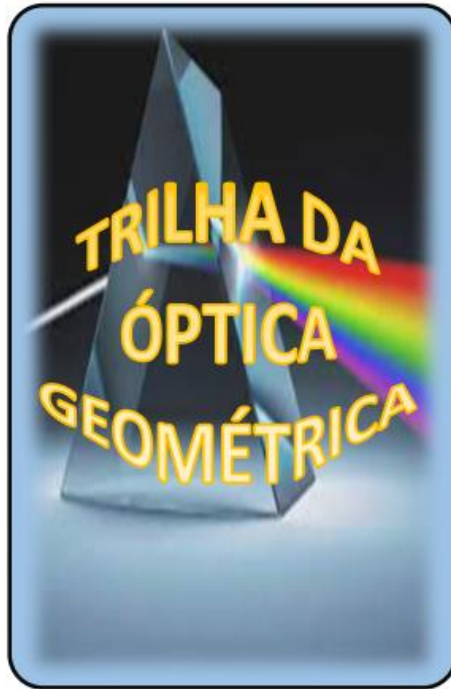
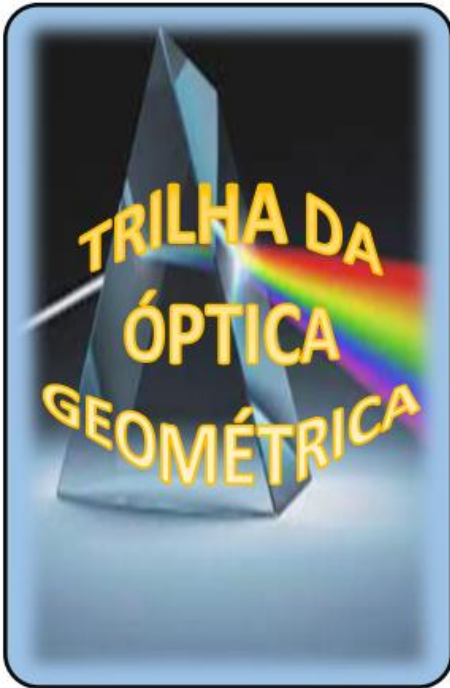
- (a) espelho comum de parede.  
(b) espelho retrovisor  
(c) espelho de maquiagem

32- Por volta de 1554, Leonardo da Vinci descobriu o princípio da câmara escura: a luz refletida por um objeto projeta fielmente sua imagem no interior da câmara escura. A câmara fotográfica se baseia neste princípio. Temos que



Fonte:[https://pt.wikipedia.org/wiki/C%C3%A2mera\\_escura](https://pt.wikipedia.org/wiki/C%C3%A2mera_escura)

- (a) A imagem é sempre real  
(b) A imagem é sempre virtual  
(c) A imagem pode ser real ou virtual



**APÊNDICE C****GABARITO DAS CARTAS**

1- D  
2- A  
3- B  
4- B  
5- B  
6- D  
7- A  
8- C  
9- B  
10-C  
11-B  
12-C  
13-D  
14-C  
15-C  
16-B  
17-C  
18-A  
19-C  
20-A  
21-B  
22-B  
23-D  
24-B  
25-A  
26-C  
27-C  
28-B  
29-D  
30-A  
31-B  
32-A

## APÊNDICE D

### Regras do jogo “Trilha da Óptica Geométrica”

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>REGRA 1-</i> O mediador (aluno), definirá em sorteio a dupla que iniciará o jogo e a ordem das demais duplas (se houver 3 duplas).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>REGRA 2-</i> A primeira dupla retira uma carta do “monte”, responde a pergunta, se correta, joga o dado para cima e avança, com a peça representante do grupo, o número de casas correspondentes. Caso a resposta esteja errada, a dupla permanece na mesma posição. As demais duplas jogam em seguida.</li> </ul>
<p><i>OBS! Se “cair” em alguma casa especial, deverá seguir a instrução da correspondente casa. Podendo avançar, retirar uma nova carta e jogar o dado novamente, retornar a casa anterior, ou ficar uma rodada sem jogar.</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>REGRA 3-</i> Vencerá o jogo a dupla que alcançar, com sua peça, a casa “CHEDAGA”. As demais duplas continuam o jogo para definir as outras posições (caso haja 3 duplas).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>REGRA 4-</i> Participar do jogo, Trilha da óptica geométrica, para interagir com os colegas de turma e com o professor, objetivando a aprendizagem, sem desrespeitar os demais, prezando pelo bom convívio.</li> </ul>
<p><b>O aluno mediador.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O mediador terá a função de organizar o jogo, observar a ordem de participação de cada dupla, conferir e anunciar o gabarito das cartas retiradas durante a partida.</li> <li>• Zelar pela ordem e respeito entre os participantes do jogo didático juntamente com o professor responsável pela turma.</li> </ul>
<p><b>O professor mediador.</b></p> <p>Caberá ao professor mediador, organizar os grupos, escolher os alunos mediadores, observando aqueles que tenham interesse em mediar, proporcionar o ambiente adequado para aplicação do jogo didático e zelar pela organização e respeito entre todos os participantes.</p>

Fonte: Dados do autor.

**APÊNDICE E**

Esboço dos encontros formativos/aulas e suas ações, datas e carga horária.

Encontros/ Aulas	Data	Carga horária	Ações
1º aula			
2º aula			
3º aula			
4º aula			
5º aula			
6º a6º aula ula			
7º aula			

Fonte: O próprio autor, 2021.