

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**

DANILO DOS REIS GALDINO

**AS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS E SUAS PONTENCIALIDADES NA
MEDIÇÃO DO CONCEITO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA NO ENSINO MÉDIO**

**TERESINA
2022**

DANILO DOS REIS GALDINO

**AS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS E SUAS PONTENCIALIDADES NA
MEDIÇÃO DO CONCEITO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA NO ENSINO MÉDIO**

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: Recursos Didáticos para o Ensino de Física

Orientador: Prof. Dr. Neuton Alves de Araújo

**TERESINA
2022**

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

G149h Galdino, Danilo dos Reis.
As histórias em quadrinhos e suas potencialidades na
mediação do conceito de óptica geométrica no ensino médio /
Danilo dos Reis Galdino. – 2022.
107 f.

Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade
Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Pós-
Graduação em Ensino de Física, Teresina, 2022.
“Orientador: Prof. Dr. Neuton Alves de Araújo”.

1. Óptica Geométrica. 2. Recursos Didáticos. 3. História
em Quadrinhos. 4. Ensino Médio. I. Araújo, Neuton Alves
de. II. Título.

CDD 537.6



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 DANILO DOS REIS GALDINO

Às nove horas do dia cinco de abril de dois mil e vinte e dois, reuniu-se na sala virtual da plataforma Google Meet, <https://meet.google.com/xfе-amyо-fgо>, a Comissão Julgadora da dissertação intitulada "AS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS E SUAS POTENCIALIDADES NA MEDIAÇÃO DO CONCEITO DE ÓPTICA " do discente Danilo dos Reis Galdino, composta pelos professores Neuton Alves de Araújo (orientador, UFPI), Francisco Ferreira Barbosa Filho (UFPI) e Gabriel Nunes Lopes Ferreira (UFPI) para a sessão de defesa pública do citado trabalho, requisito para a obtenção do título Mestre em Ensino de Física. Abrindo a sessão o Orientador e Presidente da Comissão, Prof. Neuton Alves de Araújo, 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 a 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, 05 de abril de 2022.

Prof. Neuton Alves de Araújo _____

Prof. Francisco Ferreira Barbosa Filho _____

Prof. Gabriel Nunes Lopes Ferreira _____

Dedico esse trabalho a minha mãe Ivonete dos Reis Galdino, minha esposa Crisllany de Sousa Silva Galdino, meus filhos Matheus de Sousa Galdino e Yasmin de Sousa Galdino, por sempre me apoiarem durante essa jornada.

Ao meu pai Gonçalo Manuel Rodrigues Galdino, minha irmã Daniele Maria dos Reis Galdino, meu irmão Denis dos Reis Galdino, a minha sogra Maria Celsa Pereira de Sousa e ao meu sogro Antônio José da Silva Sousa por toda atenção e carinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter sempre me abençoado durante toda a minha vida.

A minha esposa Crisllany de Sousa Silva, pelo amor e por ser o alicerce fundamental em minha vida.

Meus filhos Matheus de Sousa Galdino e Yasmin de Sousa Galdino, que representam a minha maior alegria de viver.

A minha mãe Ivonete dos Reis Galdino pelo seu amor infinito e por sempre está do meu lado.

Ao meu pai Gonçalo Manuel Rodrigues Galdino por fazer parte da minha vida.

A minha irmã Daniele dos Reis Galdino, ao meu Irmão Denis dos Reis Galdino por fazerem parte da minha vida.

Ao meu professor orientador, Neuton Alves de Araújo, pela sua paciência, sua dedicação para conclusão desse trabalho, e por ser um exemplo a ser seguido como professor e orientador.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da UFPI.

A todos os colegas da minha turma de Mestrado.

Ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES)

À SBF por tornar o Programa de Pós-graduação no Ensino de Física uma realidade em nível nacional e local.

A organização do ensino, ao coincidir motivo e objeto, passa a constituir-se como atividade de ensino para o professor. Ao produzir novos motivos no decorrer da própria atividade o professor também passa a atribuir novos sentidos a ela, o que inclui novos sentidos às suas ações, ao instrumentos que escolhe e ao processo de trabalho coletivo que criou condições para as mudanças percebidas (MORETTI, 2007, p. 120).

RESUMO

Este trabalho tem como objeto de estudo as Histórias em Quadrinhos como material de apoio ao professor, com o interesse de relacionar a Teoria Histórico-Cultural de Vygostky com o ensino da física, possibilitando uma aproximação entre os conceitos espontâneos (do cotidiano) e o de natureza científica (adquirido no ambiente escolar). Inicialmente será feito um diagnóstico do atual ensino de física com professores da rede estadual e privada da cidade de Teresina, discutindo o porquê os alunos possuem tanta dificuldade de estudar a disciplina de física. Após essa análise será elaborada uma sequência didática com a utilização das Histórias em Quadrinhos com o intuito de possibilitar o ensino de Óptica Geométrica através dessa metodologia.

Palavras-chave: Teoria histórico-cultural. Óptica geométrica, Física. Metodologia. Quadrinhos.

ABSTRACT

This study has as its theme The Comic Book as a mediator of the concept of Geometric Optics in high school, with the interest of relating vygostky's Historical-Cultural Theory with the teaching of physics, enabling an approximation between spontaneous concepts (of daily life) and that of a scientific nature (acquired in the school environment). Initially, a diagnosis of the current physics teaching will be made in a public school in Teresina discussing why students have so much difficulty studying physics. After this analysis will be elaborated a History in Comic that will enable the teaching of Geometric Optics and will be applied in the classroom with the students.

Keywords: Historical-cultural theory. Geometrical Optics, Physics. Methodology. Comics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Raio de luz	41
Figura 2 – pincel de luz	42
Figura 3 – feixe de luz	42
Figura 4 – fontes de luz cônicas e cilíndricas	42
Figura 5 – meios de propagação	44
Figura 6 – princípios da independência dos raios de luz	44
Figura 7 – princípios da reversibilidade da luz	45
Figura 8 – fases da lua	46
Figura 9 – eclipse solar	47
Figura 10 – eclipse lunar	47
Figura 11 – reflexão da luminosa	48
Figura 12 – refração da luminosa	49
Figura 13 – tabelas de índices de refração da luz	50
Figura 14 – ângulo limite e reflexão total da luz	52
Figura 15 – dioptro plano 1	53
Figura 16 – dioptro plano 2	53
Figura 17 – lâminas de faces paralelas 1	54
Figura 18 – lâminas de faces paralelas 2	55
Figura 19 – prima 1	56
Figura 20 – prisma 2	56
Figura 21 – prisma 3	57
Figura 22 – prisma 4	57
Figura 23 – periscópio	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Esboço das etapas/encontros formativos e suas ações.....	63
Quadro 2 – Respostas dos professores à questão 1 (pré-teste).....	66
Quadro 3 – Respostas dos professores à questão 2 (pré-teste).....	67
Quadro 4 – Respostas dos professores à questão 3 (pré-teste).....	68
Quadro 5 – Respostas dos professores à questão 4 (pré-teste).....	69
Quadro 6 – Respostas dos professores à questão 5 (pré-teste).....	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
ZPD	Zona de Desenvolvimento Proximal
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
HQs	Histórias em Quadrinhos

LISTA DE SÍMBOLOS

@ - arroba

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: Contribuições dos pressupostos da teoria histórico-cultural	19
2.1 Breve Histórico da Educação no Brasil	21
2.1.1 Dificuldades dos alunos no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de física	25
2.2. Apresentando a Teoria Histórico-Cultural.....	28
2.2.1. A prática pedagógica do professor de Física: sentido e significado na perspectiva da Teoria Histórico-Cultural	35
2.3. Do surgimento da História em Quadrinhos à sua possibilidade de mediação no ensino e aprendizagem da Óptica Geométrica	41
3 CONCEITOS BÁSICOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA E OS FENÔMENOS DA REFLEXÃO E REFRAÇÃO DA LUZ COM SUAS APLICABILIDADES NO NOSSO COTIDIANO	44
3.1 Noção básica sobre as teorias corpuscular e ondulatória para a luz	44
3.2 Conceitos básicos da óptica geométrica: velocidade da luz, ano-luz, fontes de luz, meios de propagação da luz e os princípios da óptica geométrica	45
3.3 Fenômeno da Reflexão da Luz	53
3.4 Fenômeno da Refração da Luz	54
4 METODOLOGIA	66
4.1 Caracterização da Pesquisa.....	66
4.2 Participantes da Pesquisa	67
4.3 Instrumentos de Produção de Dados	68
4.4 Procedimentos de Análise de Dados	69
4.5 Produto Educacional	71
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS	72
5.1 Prática pedagógica desenvolvida pelos professores de física, participantes da pesquisa.....	72
5.2 As potencialidades de mediação e apropriação das Histórias em Quadrinhos em quanto recurso metodológico, com base nas significações desenvolvidas pelos professores investigados	79
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
7 REFERÊNCIAS	90
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE	94
APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL	95
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE	108

1 INTRODUÇÃO

A minha experiência vivenciada na educação básica enquanto professor de física há mais de dez anos tem me provocado a refletir sobre a organização do ensino desse campo de saber. Isso despertou uma inquietude crescente de como pensar em estratégias e recursos metodológicos com potencialidades de mediar a aprendizagem da física, diminuindo, assim, as dificuldades e o medo que os alunos, no geral, ainda possuem das disciplinas da área das exatas, em particular considerando este estudo a física, decorrente do paradigma tradicional.

A esse respeito, como explicita Behrens (2010), este modelo de ensino continua sendo uma realidade não somente nas escolas da educação básica, mas também nas instituições de ensino superior formadoras de professores. Ainda observamos professores limitados à exposição dos conteúdos, de forma autoritária e os alunos meros receptores, ouvintes desse conhecimento.

Feitas essas considerações, veio à ideia de propor Histórias em Quadrinhos de alguns conceitos da física, como recurso metodológico com potencialidades de mediar a aprendizagem da física desses conceitos, a fim de diminuir a dificuldade de compreensão dos alunos e levar tanto o professor quanto os alunos a atribuir sentidos a esses conceitos. Como apresentada na epígrafe deste estudo, “ao produzir novos motivos no decorrer da própria atividade o professor também passa a atribuir novos sentidos a ela, o que inclui novos sentidos às suas ações, ao instrumentos que escolhe [...]” (MORETTI, 2007, p. 120).

Nessa mesma perspectiva,

Pensadores como Piaget, Wallon, Dewey, Leif, Vygotsky, defendem que o uso do lúdico é essencial para a prática educacional, no sentido da busca do desenvolvimento cognitivo, intelectual e social dos alunos. Considerando que os jogos estão presentes nas vidas, não só das crianças, mas também dos adultos, isto os torna instrumentos que podem ser utilizados para o desenvolvimento de qualquer pessoa e, portanto, deve ser levado em considerações pelos educadores em qualquer nível de ensino (SANTANNA; NASCIMENTO, 2012, p. 30).

Assim, ainda por considerar as minhas experiências vivenciadas nas aulas de física, e com base na minha aproximação com os pressupostos da Teoria Histórico-Cultural de Vigotski e seus interpretes, a partir das leituras para produção da dissertação de mestrado/produto educacional, no Mestrado Profissional em Ensino

de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), idealizamos e objetivamos a criação de Histórias em Quadrinhos como possibilidade de mediação e apropriação dos conceitos envolvendo a óptica geométrica – **objeto de estudo** desta pesquisa e produto educacional.

É oportuno esclarecer que a delimitação pelos conceitos envolvendo a óptica geométrica se justifica mais uma vez por conta da minha experiência vivenciada na docência da educação básica, pois ficou evidenciada a grande dificuldade que os alunos apresentavam por não compreenderem, por exemplo, a diferença entre os tipos de imagens formadas pelos espelhos (côncavo, convexo e plano), embora que relacionássemos a situações do dia-a-dia, trabalhando com materiais concretos, ou seja, os espelhos.

Sobre essa problemática, como explana Silva (2018, p. 23),

Escolher uma estratégia para orientar a prática pedagógica amplia as possibilidades de uma realização mais proveitosa dos objetivos estabelecidos pelo professor. Destacamos também a importância de se rever as ações metodológicas, para evitarmos atos errôneos, como admitirmos uma estratégia genérica supostamente aplicável a todas as situações, pois a parte essencial do trabalho didático volta-se para a criação de ações através das quais o aluno interaja com o conhecimento.

Por corroborar das ideias de Silva (2018), inicialmente fizemos um estudo teórico das Histórias em Quadrinhos desde o seu surgimento até a perspectiva das mesmas enquanto recurso metodológico com potencialidades de mediar à aprendizagem da física. E, assim, reorganizamos o **problema (ou questão norteadora)** desta pesquisa, a saber: Quais as potencialidades da criação de Histórias em Quadrinhos, sob a intervenção do professor, mediar o processo ensino e aprendizagem dos conceitos envolvendo a óptica geométrica na educação básica?

Nessas condições, a **hipótese** que defendemos neste estudo e produto educacional é a de que com base nos pressuposto da Teoria Histórico-Cultural, as Histórias em Quadrinhos, de forma intencional e planejada se tornam recurso metodológico com potencialidades de mediação e apropriação dos conceitos da física, levando os alunos a atribuir sentidos a esses conceitos.

Diante do exposto, definimos como **objetivo geral** desta dissertação de mestrado/produto educacional: Investigar as potencialidades das Histórias em Quadrinhos, sob a intervenção do professor, mediar o processo ensino e

aprendizagem da óptica geométrica na educação básica. Para tanto, a fim de atingirmos tal objetivo, elegemos os **objetivos específicos**:

- 1) Reconhecer a prática pedagógica desenvolvida pelos professores de física da educação básica de escolas de Teresina-PI;
- 2) Propor aos professores a criação das Histórias em Quadrinhos envolvendo os conceitos da óptica geométrica, a partir de situações-problema, como possibilidade de mediação e apropriação desses conceitos;
- 3) Analisar as potencialidades de mediação e apropriação das Histórias em Quadrinhos em quanto recurso metodológico, com base nas significações desenvolvidas pelos professores investigados.

Isto posto, o ensino de física é desafiador; a aproximação dessa disciplina com a matemática, entre outros fatores dificultam a atuação dos professores que atuam nesse campo de saber. Nesse sentido, reforçamos a necessidade de se pensar em alternativas capazes de mudar a realidade do desenvolvimento e aplicação dessa disciplina, o que constitui um elemento de suma importância, pois a física é uma área de conhecimento essencial para a formação discente. Não podemos negar que os fenômenos físicos estão presentes no contexto diário e fazem parte da rotina dos estudantes, sendo a apreensão desses fenômenos indispensável para a formação humana na sua totalidade. Nessa celeuma se justifica a realização da presente pesquisa. Esperamos que a mesma possa contribuir de forma qualitativa no desenvolvimento de estratégias e recursos metodológicos no processo ensino aprendizagem da física.

Assim, as Histórias em Quadrinhos se destacam como uma alternativa viável para os objetivos propostos nesse trabalho, pois entendemos que os alunos, no geral, se sentem atraídos e motivados por esse tipo de recurso, sobretudo, ao se considerar as suas ilustrações. Nesse sentido, a utilização desse recurso para o ensino de óptica geométrica constitui-se uma indicação didática aplicável na sala de aula, sobre a intervenção do professor, criando um ambiente onde se possam discutir as problemáticas apresentadas no coletivo, uma vez que na perspectiva de Vigotski, o desenvolvimento ocorre das relações intersíquicas (do social) às intrapsíquicas (ao individual). Portanto, as Histórias em Quadrinhos se apresentam como possibilidade de promover o debate e discussão de ideias, assim como formas de interação e aproximação entre os sujeitos e os conceitos da física envolvidos.

Feitas as considerações, salientamos que o presente texto se apresenta configurado em 6 (seis) seções. Na primeira seção – INTRODUÇÃO – apresentamos a necessidade de querer desenvolver essa pesquisa, por que a delimitação dos conceitos envolvendo a óptica geométrica, a hipótese, o problema (ou questão norteadora) e os objetivos (geral e específicos) desta dissertação de mestrado/produto educacional.

Na segunda seção – ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: apresentamos uma breve história da educação no Brasil, as leis que regem a educação básica brasileira, as dificuldades dos alunos no processo de ensino e aprendizagem da física, refletimos acerca dos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural no ensino e aprendizagem, contextualizamos o surgimento das Histórias em Quadrinho e suas possibilidades de recurso metodológico no ensino de física

Na terceira seção - UMA BREVE HISTÓRIA DA ÓPTICA: sintetizamos uma breve as teorias sobre o comportamento da luz, dos fenômenos da reflexão e refração da luz, a partir da relação do dia-a-dia.

Na quarta seção – METODOLOGIA: apresentamos a caracterização da pesquisa, os participantes da mesma, suas técnicas e instrumentos de produção de dados, procedimento de análise de dados, e o processo de produção do produto educacional (APÊNDICE B).

Na quinta seção – RESULTADOS E DISCUSSÕES: apresentamos e discutimos a análise dos dados produzidos e pela entrevista (assíncrona) e o questionário (formulário Google).

Na sexta e última seção – CONSIDERAÇÕES FINAIS: retomamos ao percurso desenvolvido na pesquisa e demos respostas ao problema de pesquisa deste estudo.

2 ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: CONTRIBUIÇÕES DOS PRESSUPOSTOS DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Para uma melhor compreensão dos aspectos teóricos e metodológicos do ensino de física na educação básica, é necessário entendermos o processo de construção e evolução do pensamento pedagógico e educacional no contexto da organização social brasileira. Compreender tal processo é fundamental, pois a educação nada mais é do que o retrato da conjuntura social de um determinado local, em um determinado momento. O campo da educação não é neutro, nele estão encrustadas as perspectivas sociais que derivam de interesses sociais e políticos.

Dessa forma, entender os fatores que contribuíram para a construção do conhecimento pedagógico no contexto brasileiro, é essencial para a percepção das mudanças existentes ao longo dos anos, e para a compreensão da dinâmica que envolveu os atores inseridos no contexto da educação nacional historicamente.

Assim, nesta seção, inicialmente apresentamos um breve histórico da Educação no Brasil. Através dessa discussão, refletimos sobre as dificuldades dos alunos no processo ensino e aprendizagem da física, bem como dos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural. Nessa discussão, está inserida a relação entre aprendizagem, desenvolvimento e apropriação de conceitos científicos, e o trabalho do professor de Física, com destaque nas categorias sentido e significado. Feito isso, discutimos sobre o surgimento da História em Quadrinhos e sua possibilidade de mediação no ensino e aprendizagem da Óptica Geométrica.

2.1 Breve Histórico da Educação no Brasil

O processo de construção da sociedade brasileira é marcado pela dominação europeia que desde o período colonial determinou a estrutura social, a qual tem íntima relação com os interesses exploratórios. A conjuntura social brasileira se constituiu em uma divisão social caracterizada pelo sistema escravocrata. A economia colonial que tinha como principal atividade a extração de cana-de-açúcar, sendo a sua força motriz a mão-de-obra escrava. A esse respeito, de acordo com Castelo Branco (2013, p. 39),

Na primeira fase do descobrimento o Brasil foi explorado pelos portugueses no final do período medieval (1500), adotando uma política econômica de agro-exportação (FREIRE, 2000), mão de obra escrava e uma classe dominante feudal. Essa trajetória histórica do Brasil é fundamental para se compreender o Brasil contemporâneo, particularmente no que se refere a sua formação econômica.

Nesse contexto, não havia nos primórdios da sociedade brasileira uma preocupação muito explícita com as questões educacionais. A educação no Brasil iniciou-se com a chegada dos jesuítas por volta da metade do século XVI, quando edificaram a primeira escola elementar brasileira, em Salvador, tendo como mestre o irmão Vicente Rodrigues, com apenas 21 anos de idade. Porém, o mais conhecido entre os padres Jesuítas, foi o Padre José de Anchieta, muito famoso por sua atuação na catequese indígena e por ter fundado o Colégio São Paulo, gênese da maior cidade do Brasil. Os jesuítas não se prenderam apenas ao ensino das primeiras letras, também ensinaram filosofia, ciências, física, matemáticas, dentre outras (RAYMUNDO, 1998). Na verdade,

A Ordem dos Jesuítas é produto de um interesse mútuo entre a Coroa de Portugal e o Papado. Ela é útil à Igreja e ao Estado emergente. Os dois pretendem expandir o mundo, defender as novas fronteiras, somar forças, integrar interesses leigos e cristãos, organizar o trabalho no Novo Mundo pela força da unidade lei-rei-fé. (RAYMUNDO, 1998, p. 43).

Vale pontuar que, a princípio, a grande preocupação dos jesuítas consistia em catequizar os nativos, pois um dos pressupostos da Ordem Religiosa era a difusão da fé Cristã, tendo em vista que no contexto europeu a Igreja Católica se empenhava em combater a Reforma Protestante. Essa missão foi desempenhada pela “Companhia de Jesus, a ordem dos jesuítas, os “conquistadores espirituais” da América, que atuaram na colônia por cerca de 210 anos” (NOLASCO, 2008, p.35). Outro objetivo dessa conversão dos nativos era fazê-los cooperar com a exploração da sua mão de obra no processo de exploração das terras brasileiras.

Nesse processo de catequização dos índios, os jesuítas instituíram novos costumes e também uma nova língua aos nativos, que com esse processo de introdução cultural se tornaram aculturados. Essa transmissão dos valores europeus para os nativos deve-se à visão etnocêntrica que os exploradores tinham dos índios brasileiros. Para eles os nativos eram seres inferiores por não constituírem uma

sociedade organizada nos padrões da Europa. Nesse sentido, os jesuítas utilizaram-se de vários métodos para introduzir os ensinamentos da fé cristã para os nativos e mantê-los adaptados à doutrina europeia.

Nessas condições,

Os jesuítas se apropriaram do direito e do dever de transmitir a verdade absoluta cristã para todo um continente, e exerceram suas funções de soldados de Cristo - principalmente pela catequese, ou “educação das almas” - se apropriando – especialmente em se tratando do P. Anchieta – da utilização da representação, do recurso da alegoria e do lúdico; vitais enquanto disseminadores da ideologia eurocêntrica (cristã romana e capitalista) que pretendia se impor na América como hegemônica (NOLASCO, 2008, p. 35).

É pertinente enfatizar que, entre os métodos mais utilizados pelo Padre José de Anchieta, está à dramaturgia. Através do teatro os índios tinham contato com os ensinamentos transmitidos pelos jesuítas que se valiam da ludicidade e outros recursos para impor a cultura europeia sobre os nativos.

Sobre essa discussão, destacamos que a história da educação no Brasil, assim como em outros contextos sociais, tem uma aproximação direta com os fatos políticos e sociais, pois o modelo de educação implantado em um determinado local decorre dos interesses dos agentes políticos e sociais que nele estão inseridos. Dessa forma, “a educação não é, portanto, um fenômeno neutro, mas sofre efeitos do jogo do poder, por estar de fato envolvida na política” (ARANHA, 2006, p. 24).

Nessa perspectiva, a dominação dos jesuítas no contexto educacional brasileiro se manteve até à conhecida Reforma Pombalina, instituída no século XVIII, pelo Marquês de Pombal, que influenciado pelos ideais iluministas promoveu significativas mudanças no contexto da educação brasileira que, até então, ficava a cargo da Companhia de Jesus. Entre as mudanças promovidas por essa reforma educacional está a substituição da metodologia eclesiástica pelo pensamento da escola pública e laica. Além disso,

As principais medidas implantadas pelo marquês, por intermédio do Alvará de 28 de junho de 1759, foram: total destruição da organização da educação jesuítica e sua metodologia de ensino, tanto no Brasil quanto em Portugal; instituição de aulas de gramática latina, de grego e de retórica; criação do cargo de ‘diretor de estudos’ – pretendia-se que fosse um órgão administrativo de orientação e fiscalização do ensino; introdução das aulas régias – aulas isoladas que substituíram o curso secundário de humanidades criado pelos jesuítas; realização de concurso para escolha de professores para

ministrarem as aulas régias; aprovação e instituição das aulas de comércio (MACIEL; ALEXANDRE NETO, 2006, p. 6).

Assim, apenas com a vinda da família real ao Brasil em 1808, é que houve a criação dos primeiros cursos superiores, e curso das academias militares. O modelo de ensino superior no Brasil, na verdade, nasceu no instituto isolado e de natureza profissionalizante (engenharia militar e medicina aplicada).

A primeira universidade brasileira, Universidade do Rio de Janeiro, foi fundada em 1920, no Rio de Janeiro, e definitivamente marcou os rumos da educação superior no Brasil, sinalizando para o estabelecimento de uma nova era.

Depois aconteceram os surgimentos de mais de 20 universidades federais no Brasil, entre elas a Universidade de São Paulo (USP), em 1934, com a contratação de professores europeus, que fez com que acontecesse uma grande e qualificada expansão do sistema público federal de educação superior. (SOUZA, DOMINIQUE GUIMARÃES DE; MIRANDA, JEAN CARLOS; SOUZA, FABIANO DOS SANTOS, 2019)

Entre os professores europeus estava o físico russo-italiano Gleb Wataghin, da Universidade de Turim¹; chegou a São Paulo em 1934 com a missão de lecionar na Universidade de São Paulo. Ele foi responsável por criar o curso de física.

Depois de grandes mudanças e transformações no contexto educacional brasileiro, a Constituição Federal de 1988 direcionou um capítulo exclusivo para tratar da educação, do desporto e do lazer. Na Seção I desse capítulo, identificamos no seu Art. 205 a importância da participação do Estado, da família e da sociedade na promoção desse direito fundamental. Nesse mesmo artigo é possível identificar os objetivos da educação, quais sejam, o “pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (BRASIL, 1988).

A Constituição de 1988, considerada a Constituição cidadã, por reconhecer expressamente inúmeras garantias aos cidadãos ao longo do seu texto, foi promulgada no contexto pós-ditadura e destaca-se como uma norma garantidora dos direitos fundamentais e dos direitos sociais. Nesse contexto, a educação constitui um direito social previsto no Art. 6º desta Constituição, devendo o Estado promovê-la em todos os seus níveis em parceria com a iniciativa privada.

¹ - A **Universidade de Turim** (em [italiano](#) "*Università degli Studi di Torino*", UNITO) é uma das mais antigas [universidades italianas](#).

Assim, outras mudanças ocorrem no cenário educacional brasileiro. Em 1996, por exemplo, entrou em vigor a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira - LDB 9394/96 (BRASIL, 1996), legislação que regulamenta o sistema educacional (público e privado) da educação básica à ensino superior.

A LDB confirmou o que dispõe o texto constitucional, trazendo nos seus artigos alguns elementos que estão previstos na CF/88. Nos termos do Art. 2º desse dispositivo legal a educação, “tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (BRASIL, 1996).

Como se observa, a legislação educacional atual preconiza uma tripla finalidade da educação. No que concerne ao pleno desenvolvimento do educando, visa o desenvolvimento intelectual, moral, físico, etc. Com relação ao exercício da cidadania, objetiva formar cidadãos críticos e participativos, capazes de agir e atuar na sociedade de forma a contribuir para o desenvolvimento social. Quanto à qualificação para o trabalho, tem como escopo promover a apreensão de conhecimentos necessários para o desempenho profissional do educando e para a continuidade de estudos ao longo da sua trajetória.

Em linhas gerais, essas previsões normativas sobre a educação evidenciam a importância que a educação representa para o desenvolvimento social. É através da educação que a sociedade evolui; ela é a base para o progresso de uma nação. Dessa forma, por meio do processo ensino e aprendizagem é possível possibilitar aos cidadãos conhecimentos científicos essenciais para o avanço seja da tecnologia ou do socioeconômico do país. Nesse sentido, as normas vigentes sobre a educação representam a base para a promoção educacional no território nacional. Nesses dispositivos estão os fundamentos jurídicos que norteiam desde os objetivos que se pretende alcançar com a educação, até à regulamentação das formas de oferta do ensino e dos requisitos indispensáveis, que devem ser preenchidos pelas instituições educacionais.

Nesse cenário, um ponto que merece destaque nesse trabalho, diz respeito aos princípios que norteiam a LDB (BRASIL, 1996). Nos termos do seu Art. 3º,

O ensino será ministrado com base nos seguintes princípios: I - igualdade de condições para o acesso e permanência na escola; II - liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento, a arte e o saber; III - pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas; IV - respeito à liberdade e apreço à tolerância; V - coexistência de instituições públicas e privadas de

ensino; VI - gratuidade do ensino público em estabelecimentos oficiais; VII - valorização do profissional da educação escolar; VIII - gestão democrática do ensino público, na forma desta Lei e da legislação dos sistemas de ensino; IX - garantia de padrão de qualidade; X - valorização da experiência extraescolar; XI - vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais. XII - consideração com a diversidade étnico-racial. XIII - garantia do direito à educação e à aprendizagem ao longo da vida.

Assim, devido à importância desses princípios, é importante comentá-los com mais detalhes. Por princípio, entende-se o alicerce de um determinado assunto. Ele constitui a base, o fundamento que orienta e sedimenta a LDB, o que significa todas as ações desenvolvidas na área educacional devem levar em consideração o que dispõe esse princípio básico. Dessa forma, os princípios estão em consonância com o que preconiza o Art. 206 e visam oferecer o ensino de forma democrática e com condições de qualidade. No que diz respeito à função dos professores no desenvolvimento da educação, a LDB (BRASIL, 1996) dispõe que:

Art. 13. Os docentes incumbir-se-ão de: I - participar da elaboração da proposta pedagógica do estabelecimento de ensino; II - elaborar e cumprir plano de trabalho, segundo a proposta pedagógica do estabelecimento de ensino; III - zelar pela aprendizagem dos alunos; IV - estabelecer estratégias de recuperação para os alunos de menor rendimento; V - ministrar os dias letivos e horas-aula estabelecidos, além de participar integralmente dos períodos dedicados ao planejamento, à avaliação e ao desenvolvimento profissional; VI - colaborar com as atividades de articulação da escola com as famílias e a comunidade.

Com base nesse dispositivo, infere-se que a participação do professor é ampla, indo desde o planejamento e elaboração da proposta pedagógica, até a promoção das aulas e atividades docentes no contexto escolar. Dessa forma, ao se comprometer a atuar na atividade docente o profissional deve se comprometer em cumprir com essas determinações previstas em Lei. Além, dessas normas, outros dispositivos funcionam como direcionadores e orientadores da prática docente.

Em comentário sobre a reforma de ensino introduzida pela LDB que foi regulamentada pelas Diretrizes do Conselho Nacional de Educação - CNE (BRASIL, 1998) e pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), Marengão (2011, p. 21) ressalta:

[...] que as orientações dos PCN para o ensino de Física no nível médio são no sentido de uma contextualização dos conteúdos, buscando dar maior ênfase na parte conceitual, na abordagem

interdisciplinar com referências, aos aspectos históricos e filosóficos dos conceitos e teorias, bem como uma atenção voltada para o relacionamento entre a Física abordada na escola e a tecnologia do mundo atual.

Esse rompimento de paradigma, ou seja, modelo de ensino, é uma das principais mudanças proposta pela LDB, juntamente com os outros dispositivos normativos da educação; ela promove uma mudança significativa, não apenas em aspectos teóricos da educação, mas repercutindo em aspectos práticos da atividade docente, bem como dos objetivos e metodologias que as disciplinas buscam alcançar.

2.1.1 Dificuldades dos alunos no processo ensino e aprendizagem da física

Historicamente, os alunos do ensino médio têm muita dificuldade na aprendizagem em relação à disciplina física. Por considerar minha experiência em quanto docente, ainda observamos o ensino de Física no Ensino Médio trabalhado de forma simplista e mecânica, não havendo motivação por parte dos alunos nos temas abordados nem a conexão com o cotidiano, o que, certamente, acarreta aversão a essa disciplina por boa parte dos alunos. Tal aversão faz com que ocorra baixo rendimento dos alunos, bem como uma imagem errônea e negativa a respeito desta ciência.

Para ilustrarmos essa realidade, dialogamos com Duarte (2015), autora da dissertação de mestrado “Desenvolvimento e aplicação de um e-book no ensino da física”. Para a autora, a disciplina Física, no Ensino Médio, é bastante rejeitada pelos alunos. Ainda ressalta que os discentes não conseguem desenvolver sentido e significados, ou melhor, sentir-se motivados a estudar tal disciplina. Complementa ainda a autora que a razão para essa não motivação deve-se ao fato deles não conseguirem ligá-la ao seu cotidiano. O resultado dessa má recepção da disciplina pelos educandos do ensino médio desencadeia na concepção de aulas bem cansativas e tediosas, muitos não conseguem compreender a finalidade do excesso de fórmulas, não visualizam a aplicação prática dos cálculos matemáticos e, conseqüentemente, não se apropriam dos conceitos, princípios, leis da física.

Face a esse cenário é oportuno lembrar que o ensino médio é a última etapa da educação básica e deve ser trabalhado no período mínimo de três anos, tendo como finalidade nos termos do Art. 35 da LDB (BRASIL, 1996):

I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

Nessas condições, fica evidenciado que a intenção do ensino médio como etapa obrigatória da educação básica, é promover a consolidação dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, de forma mais ampla, proporcionando ao educando a percepção do educando sobre o funcionamento da sociedade e a importância da sua participação enquanto cidadão. A formação do discente nessa etapa da educação formal deve ser balizada na perspectiva da práxis, ou seja, teórica e prática como unidade indissociável.

Essa perspectiva (práxis) é essencial no contexto do ensino da física, mas só passa a fazer sentido para o aluno se compreendida no contexto social. No nosso entender, respaldado nos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural, a transmissão de conteúdo de forma mecânica e automatizada não possibilita a aprendizagem e tão menos o desenvolvimento cognitivo dos alunos. É necessário que os alunos produzam sentidos e significados em relação à aplicação dos conceitos no dia a dia.

A física está presente no cotidiano dos alunos e cabe ao professor desenvolver a sensibilidade e utilizar-se de métodos como potencialidades de promover nesses alunos a percepção da relação entre desenvolvimento científico e as transformações da sociedade (MENEZES, 2000).

Ainda com o propósito de ilustramos a problemática em questão, recorreremos às contribuições teóricas de Maciel Neto (2019) em sua dissertação de mestrado “Sequência didática para a aprendizagem significativa da acústica física e da acústica musical, relativas aos tubos sonoros, utilizando organizadores prévios e atividades experimentais com o tubo de Kundt”. O autor chama atenção da necessidade de se trabalhar com a contextualização. Entende que este deve ser o ponto de partida do processo ensino e aprendizagem, o que consiste na realidade vivida pelo aluno. Tal realidade do educando torna-se também o ponto de chegada,

porém, com uma perspectiva diferente, com um novo olhar e compreensão que vai além do cotidiano do discente.

Nessas condições metodológicas, entendemos que o professor enquanto organizador do ensino de física pode, portanto, partir da curiosidade do aluno. Isso, certamente, fará com que este aluno se sinta motivado a aprender os fenômenos físicos, indo além dos estímulos externos, presentes no meio social ou do ambiente escolar. A escola, nessa perspectiva, se torna vetor privilegiado de determinação dos conceitos da física. Portanto, frente ao processo ensino e aprendizagem, o professor deve criar as condições para promover, estimular, causar e propiciar a aprendizagem e, conseqüentemente, a produção de significados e sentidos dos conceitos científicos para a vida dos alunos, superando os paradigmas tradicionais das práticas pedagógicas dos professores de física.

Nessa direção, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2017, p. 320), o letramento científico, que pelo viés da Teoria Histórico-Cultural entendemos por apropriação de conceitos,

[...] pressupõe organizar as situações de aprendizagem partindo de questões que sejam desafiadoras e, reconhecendo a diversidade cultural, estimulem o interesse e a curiosidade científica dos alunos e possibilitem definir problema problemas, levantar, analisar e representar resultados; comunicar conclusões e propor intervenções.

No entanto, ao se pensar nas causas que têm sido obstáculos para a não aprendizagem e desenvolvimento dos alunos, estas não estão devidamente esclarecidas, e por isso, as soluções também não estão. A esse respeito, Santos (2019, p. 19) destaca que:

Inúmeros problemas são enfrentados diariamente tais como: a falta de professores de Física qualificados, a obrigação de apenas treinar os alunos para as avaliações ao invés de ensinar Física, a confusão em torno das ideias da interdisciplinaridade e da transdisciplinaridade com não disciplinaridade tirando a identidade da Física. Os conteúdos curriculares abordados, principalmente nas escolas públicas no Brasil, não vão além da Mecânica Clássica, e são ministrados da maneira mais tradicional possível, totalmente centrada no professor, baseada no modelo da narrativa, isto é, da exposição verbal. Esse ensino apresenta como resultado uma indisposição dos alunos em aprender Física, gerando uma aversão a essa disciplina.

Desse modo, com base nas dificuldades elencadas pelo autor, percebe-se que o ensino de física encontra barreiras estruturais que limitam a percepção dos estudantes sobre as possibilidades existentes no contexto da Física. A ausência de um planejamento e de uma estrutura pedagógico-didática direcionada para a apresentação desta disciplina como uma área de estudo de extrema aplicação na vida dos discentes, entre outros problemas, impossibilitam que os alunos se sintam motivados e que produzam sentidos e significados ao que é aos conceitos ensinados. Muito pelo contrário, a forma como a física é apresentada promove a aversão dos alunos, que estigmatizam essa área de estudo como uma disciplina cansativa, enfadonha e sem aplicação prática no cotidiano.

Nesse contexto, uma perspectiva metodológica com potencialidades para aprendizagem da física, ou melhor, para apropriação dos conceitos, embasada no lúdico, é a utilização das Histórias em Quadrinhos. Como enfatiza Ronca (1989, p. 99),

O lúdico torna-se válido para todas as séries, porque é comum pensar na brincadeira, no jogo e na fantasia, como atividades relacionadas apenas à infância. Na realidade, embora predominante neste período, não se restringe somente ao mundo infantil.

Por corroborar do pensamento de Ronca, as aulas de física no ensino médio também podem ser mediadas pela ludicidade. Com isso, as Histórias em Quadrinhos enquanto recurso metodológico se apresentam com potencialidades para mediar o ensino de óptica geométrica, levando o professor a refletir sobre a sua prática pedagógica.

Feitas essas considerações sobre as dificuldades dos alunos no processo ensino e aprendizagem da física, é chegado o momento de, forma sintetizada, apresentarmos a Teoria Histórico-Cultural.

2.2 Apresentando a Teoria Histórico-Cultural

A Teoria Histórico-Cultural foi idealizada e objetivada, em especial, pelo por Lev Semenovitch Vigotski – “filho de uma família judaica da Bielorrússia” (PRESTES; TUNES; NASCIMENTO, 2017, p. 64), com a colaboração de Alexei Nikolaievich Leontiev e Alexander Romanovich Luria. Esta teoria cujos principais fundamentos encontram-se no Materialismo Histórico-Dialético de Karl Marx, estabelece que o

aprendizado está diretamente relacionado com as relações sociais em todas as suas fases.

Tal teoria baseia-se em quatro pontos determinantes para a sua compreensão: mediação, internalização do conhecimento, zona de desenvolvimento proximal (ZDP) e apropriação de conceitos. No que concerne à mediação, a relação de uma pessoa com o mundo não consiste numa relação direta, mas, fundamentalmente, uma relação mediada. Os processos mentais superiores, como pensamento verbal, memória lógica, criatividade, imaginação, planejamento e atenção seletiva, são desenvolvidos por meio de atividades mediadas socialmente (VIGOTSKI, 2001), a exemplo da atividade ensinar e aprender os conceitos da física.

Nessa perspectiva, embasada na Teoria Histórico-Cultural, a mediação é a etapa do desenvolvimento do pensamento focada nos signos e instrumentos, sendo que através destes, o homem modifica e desenvolve as suas funções mentais superiores. Nesse contexto, “mediação, em termos genéricos, é o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação; a relação deixa, então, de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento” (MARENGÃO, 2011, p. 26).

Para Prestes, Tunes e Nascimento (2017, p. 72),

O conceito de mediação é importante para entendermos essas discussões. Ele aponta para a relação indissociável e dialética entre atividade psíquica e o meio sociocultural. Formulada no seio dos estudos sobre o desenvolvimento das funções mentais superiores, a mediação é um conceito fundamental na teoria histórico-cultural, e se refere à um conceito fundamental na teoria histórico-cultural, e se refere á “creación) y el empleo de los signos” [...] Para Vigotski, os signos são instrumentos psicológicos que regulam, desde fora, o pensamento e a conduta, e influenciam nas relações humanas e na ação do homem num contexto sociocultural. Segundo ele, o desenvolvimento psicológico tem um caráter indireto (mediado), o que define a proeminência das linhas de formação sociocultural na conduta humana e a importância da operação com signos no desenvolvimento de funções mentais superiores [...].

Com base nas considerações mencionadas, entendemos que a mediação constitui um elemento de desenvolvimento das capacidades psicológicas do indivíduo. Ou seja, através da introdução de estímulos como signos e instrumentos, ocorre um processo de modificação da percepção capaz de alterar as possibilidades

existentes no psíquico das pessoas, dando a elas a oportunidade de intervir no contexto social de forma consciente e reflexiva e não apenas imediata.

Pela perspectiva da Teoria Histórico-Cultural o que ocorre, na verdade, é um processo de internalização. Vigotski (2007, p. 56-57) chama de internalização

a reconstrução interna de uma operação externa. Um bom exemplo desse processo pode ser encontrado no desenvolvimento do gesto de apontar. Inicialmente, esse gesto não é nada mais do que uma tentativa sem sucesso de pegar alguma coisa, um movimento dirigido para um certo objeto, que desencadeia a atividade de aproximação. A criança tenta pegar um objeto colocado além de seu alcance; suas mãos, esticadas em direção àquele objeto, permanecem paradas no ar. Seus dedos fazem movimentos que lembram o pegar. Nesse estágio inicial, o apontar é representado pelo movimento da criança, movimento este que faz parecer que a criança está apontando um objeto – nada mais que isso.

Nessa dinâmica do movimento de internalização em que o processo intersíquico (do coletivo, social) é traduzido para o intrapsíquico (para o individual, pessoal), por meio, da produção de sentidos e significados dos conceitos, mediados pela apropriação de signos. Deste modo, os signos, enquanto portadores reais da cultura humana funcionam como mediadores na relação entre os sujeitos com a realidade que o cercam, possibilitando a criação de modelos mentais dos objetos da realidade para “atuarem com eles (e a partir deles) no planejamento e na coordenação da própria atividade” (FARIA, 2016, p. 59).

Embora não sendo objeto de estudo desta pesquisa, tomando como exemplo avaliação da aprendizagem, ao relacionar os processos de mediação no seu contexto, como ressalta Pinto (2016, p. 51),

As vivências, os conhecimentos, as pessoas, as relações com os diversos objetos desde o nascimento, terão influências significativas na formação do sujeito e estas influências são sempre mediadas por instrumentos ou por processos simbólicos. A avaliação, neste sentido exerce papel mediador na relação professor – aluno, ou seja, no processo ensino aprendizagem.

A autora destaca ainda que a percepção do sujeito como um ser histórico-cultural, está inserida nas relações com o meio, bem como a compreensão de que ao chegar à escola este já esteja dotado de diversas mediações, por mais tenra que seja a idade. Nessa perspectiva, o processo de mediação ocorre muito antes da inserção do indivíduo na escola.

Desse modo, o meio social exerce formas de mediação que são fundamentais no processo de construção da personalidade dos indivíduos, é no contexto familiar e social vivenciado antes da sua ida para os bancos escolares que o indivíduo formará o que alguns autores consideram como currículo oculto, ou seja, o indivíduo não vai para a escola com uma percepção vazia do mundo, leva consigo processos cognitivos construídos a partir de mediações muitas vezes involuntárias que provocam alterações no seu processo de desenvolvimento. Assim, é preciso analisar as relações nos diversos ambientes em que ocorrem, como na família, escola e sociedade. As primeiras relações, no contexto histórico-cultural, geralmente ocorrem na família (HICKMANN, 2015, p. 89).

Assim, compreende-se que a Teoria Histórico-cultural apresenta a visão de que todo homem se constitui como ser humano pelas relações que estabelece com os outros desde os seus primeiros anos de vida. Coadunando com esse entendimento, Martins (1997 apud PINTO, 2016, p. 54) complementa que:

Desde o nosso nascimento somos socialmente dependentes dos outros e entramos em um processo histórico que de um lado nos oferece os dados sobre o mundo e de outro lado permite a construção de uma visão sobre este mesmo mundo. O momento do nascimento de cada um está inserido em um tempo e espaço e em um movimento constante. A história de nossa vida caminha de forma a processarem toda uma história de vida integrada com outras muitas histórias que se cruzam naquele momento.

Portanto, o indivíduo é considerado histórico-cultural pelo fato do seu desenvolvimento interno, ou seja, da sua consciência, ser mediado por fatores externos que são produzidos historicamente dentro de um contexto sociocultural. Os signos, por exemplo, são construções culturais produzidas ao longo do desenvolvimento de uma determinada sociedade. É importante esclarecer que os signos não possuem as mesmas significações em todos os lugares. Ou seja, estes podem ter significados diferentes, pois variam de acordo com o contexto social em que eles estão inseridos.

Discorrendo sobre a historicidade dos signos, Faria (2013) exemplifica que “a cor branca tem o significado da paz e da vida no Brasil, mas na Índia é a cor do luto”. O autor cita ainda como exemplo dessa historicidade dos signos, que confirma o seu caráter cultural o signo do @ (arroba) que é tido como sinônimo de e-mail por causa da cultura da Internet.

Em síntese, pelos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural, a interação social é que leva ao desenvolvimento das funções psíquicas superiores. Para ilustrar tal situação, o desenvolvimento do pensamento da criança parte do social para o individual, considerando-se que esta é um ser social a partir da hora que nasce, e a linguagem uma marca histórico-cultural.

Com relação ao processo de internalização, esta ocorre “quando os processos acontecem de forma intrapsicológica e os mesmos passam a fazer parte da rede de conhecimentos já existentes do indivíduo formando novos conhecimentos” (FARIA, 2013, p. 71). Partindo desse pressuposto do autor, internalizar um determinado conhecimento, consiste em apreendê-lo de forma naturalmente a ponto de considera-lo “seu”. Para Vygotsky a internalização é a base de salto quantitativo da psicologia animal para a psicologia humana. O autor assevera que:

A internalização das formas culturais de comportamento envolve a reconstrução da atividade psicológica tendo como base as operações com signos. Os processos psicológicos, tal como aparecem nos animais, realmente deixam de existir; são incorporados nesse sistema de comportamento e são culturalmente reconstituídos e desenvolvidos para formar uma nova entidade psicológica. [...]. A internalização das atividades socialmente enraizadas e historicamente desenvolvidas constitui o aspecto característico da psicologia humana; é a base do salto quantitativo da psicologia animal para a psicologia humana. (VYGOTSKY, 1998 apud FARIA, 2013, p. 71).

No movimento de internalização, portanto, o indivíduo apresentará instrumentos psicológicos que mediarão sua relação com a realidade (CEDRO et al, 2010 apud FARIA, 2016, p. 59). Nesse sentido, internalização significa conhecimento adquirido através da interação com o meio em que se vive. Para Oliveira (1992, p. 27):

[...] os sistemas simbólicos que se interpõem entre sujeito e objeto de conhecimento têm origem social. Isto é, é a cultura que fornece ao indivíduo os sistemas simbólicos de representação da realidade e, por meio deles, o universo de significações que permite construir uma ordenação, uma interpretação, dos dados do mundo real. Ao longo de seu desenvolvimento o indivíduo internaliza formas culturalmente dadas de comportamento, num processo em que as atividades externas, funções interpessoais, transformam-se em atividades internas, intrapsicológicas. As funções psicológicas superiores, baseadas na operação com sistemas simbólicos, são, pois, construídas de fora para dentro do indivíduo. O processo de

internalização é, assim, fundamental no desenvolvimento do funcionamento psicológico humano.

Segundo esse posicionamento, os seres humanos destacam-se como “capazes de transpor a base genética, dominando a cultura e transmitindo-a às novas gerações, num processo histórico” (HICKMANN, 2015, p. 61). Destarte, destaca-se a importância da linguagem, considerada por Vygotsky o principal elemento no processo de mediação. Para Vigotski a linguagem é capaz de organizar o social, os objetos e as coisas.

Nessa perspectiva, para a Teoria Histórico-Cultural, os seres humanos são considerados sujeitos de sua história. Dessa forma, ao transformar seus próprios comportamentos, eles criam condições para mudar o meio em que estão inseridos, de forma a atender suas necessidades. E no contexto de mudanças decorrentes desse processo de internalização e mediação, “essa transformação influenciará comportamentos futuros que gerarão novas e diferentes transformações, influenciados pela história e cultura dominante” (HICKMANN, 2015, p. 61).

De acordo com a Teoria Histórico-Cultural, a ZDP, determina a capacidade de aprendizado do indivíduo ao finalizar o processo de aprendizagem, sendo a zona de desenvolvimento proximal talvez, o fator principal dessa teoria, conforme esclarece Rego (1996, p. 74):

O conceito de zona de desenvolvimento proximal é de extrema importância para as pesquisas do desenvolvimento infantil e para o plano educacional, justamente porque permite a compreensão da dinâmica interna do desenvolvimento individual. Através da consideração da zona de desenvolvimento proximal, é possível verificar não somente os ciclos já completados, como também os que estão em via de formação, o que permite o delineamento da competência da criança e de suas futuras conquistas, assim como na elaboração de estratégias pedagógicas que auxiliem nesse processo.

Com base nas considerações de Faria (2013) é através da atuação docente na ZDP que o professor pode mediar o aluno no seu processo de aprendizagem. O autor adverte que para a ocorrência dessa mediação é necessário o estabelecimento de uma relação pedagógica entre professor e aluno. Ressaltamos ainda que essa relação somente é estabelecida quando baseada no conhecimento científico, pois sem o mesmo ela não seria pedagógica (TIBALLI, 2008 apud FARIA, 2013).

Marengão (2011) ao se referir às concepções de Vigotski sobre a ZDP destaca a diferença entre nível de desenvolvimento real e nível de desenvolvimento potencial. Este autor ainda ressalta que Vigotski vincula o conceito de ZDP à relação entre aprendizagem escolar e desenvolvimento e considera que, esse talvez seja o fator principal da Teoria Histórico-Cultural, que tem como elemento básico a existência de uma diferença entre o escore obtido quando o aluno executa uma tarefa sozinho, chamada de nível de desenvolvimento real, e quando a executa com a mediação do outro em nível de desenvolvimento mais adiantado, chamado nível de desenvolvimento potencial.

Ainda conforme as contribuições do autor observa-se que a zona de desenvolvimento proximal define as funções que não amadureceram, mas que estão em processo de maturação e ainda serão desenvolvidas, estando presentes em estado embrionário.

Esse também é o entendimento de Pinto (2016), ao investigar sobre o trabalho de Vigotski acerca da ZDP. Nas análises desta autora:

A atuação de forma adequada na zona de desenvolvimento proximal tornará possível que os “brotos” ou “flores” citados por Vygotsky (1988) amadureçam e futuramente estejam na zona de desenvolvimento real da criança, se houver progresso na forma de aprender, mediada pela forma de ensinar. “A zona de desenvolvimento proximal, hoje, será o nível de desenvolvimento real amanhã, ou seja, aquilo que pode fazer com a assistência hoje possa ser capaz de fazer sozinho amanhã” (VYGOTSKY, 1988, p. 99). A compreensão do nível de aprendizagem em que o aluno se encontra, na perspectiva histórico-cultural, é buscar instrumentos que o mesmo chegue ao seu desenvolvimento potencial. O que o sujeito ainda não sabe é ponto de partida para a busca de seu crescimento, tornando-o capaz de solucionar problemas que antes lhe pareciam difícil (PINTO, 2016, p. 54).

Corroborando com esse entendimento, Faria (2013) salienta que a ZDP equivale, a saber, que o aluno não domina totalmente um determinado conteúdo, ao ponto de aplicá-lo e relacioná-lo de forma independente com outros conteúdos. Nesse sentido, destaca-se a importância da relação pedagógica, pois a partir dela, esse “conhecimento ainda não amadurecido poderá vir a se associar com outros conhecimentos já estabelecidos na rede cognitiva do aluno” (FARIA, 2013, p. 77).

Desse modo, na atuação da ZDP subentende que o professor deve oportunizar ao aluno, através de sua assistência e do estoque de recursos

pedagógicos, a viabilidade do discente se apropriar e aplicar um conhecimento de nível superior àquele que ele já domina por si só. Porém, é importante destacar que, esse processo de relação pedagógica não limita-se à transmissão de instruções a serem seguidas pelo aluno e nem ao mero acompanhamento individual do estudante, é necessário que o professor desenvolva um contexto que seja favorável à ocorrência de interações sociais, pois a aprendizagem ocorre exatamente através das interações sociais.

Para Vigotski (2007, p. 61), a relação entre aprendizagem e desenvolvimento está diretamente relacionada ao meio social onde o indivíduo se encontra pois,

[...] o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer. Assim, o aprendizado é um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificamente humanas.

Portanto, como já destacado, para ocorrer à aprendizagem, a interação social deve acontecer dentro da ZDP, que seria a distância existente entre aquilo que o sujeito já sabe seu conhecimento real, e aquilo que o sujeito possui potencialidade para aprender, seu conhecimento potencial.

2.2.1 A prática pedagógica do professor de Física: sentido e significado na perspectiva da Teoria Histórico-Cultural

Por considerar a minha experiência docente no campo da física e ainda a vivência com o desenvolvimento desta pesquisa de mestrado, afirmamos que a maioria dos professores de física tem suas aulas voltadas para a aprendizagem mecânica, em que muitas vezes percebemos que o aluno está preocupado apenas com nota final da prova, quando, na verdade, a preocupação deveria ser com a necessidade de se apropriar dos conceitos científicos. Como afirmam Rigon *et al* (2016, p. 65), é isso que “constitui-se como particularidade que cria condições para o ser humano tome posse dos bens materiais elaborados historicamente e humanize-se”. Portanto, cabe ao professor organizar o ensino de modo que estabeleça estratégias e recursos metodológicos que possam mediar suas aulas e, assim, o aluno se aproprie dos conceitos da física.

Sobre essa problemática, enfatizamos que alguns fatores acabam contribuindo para a dificuldade no aprendizado dos alunos e, conseqüentemente, a significação equivocada da física. Para alguns professores, a dificuldade, está atrelada à linguagem matemática, mas essa significação não se deve somente a essa linguagem rebuscada que a física apresenta. Sobre a utilização excessiva da linguagem matemática no ensino de física, Barbosa (2014, p. 22) adverte que:

A matematização da Física é, ainda hoje, uma consequência da educação proposta pelos governos militares, visto que o aluno deveria utilizar a fórmula correta para solucionar o problema ordenado, apresentando resultados, na maioria das vezes, desconexos da sua realidade. Quando o grande físico Richard Feynman visitou o Brasil, na década de 50, ficou impressionado com a excelente capacidade dos alunos em solucionar problemas numéricos, mas ficou surpreso quando esses mesmos alunos não conseguiram relacionar as fórmulas memorizadas com os fenômenos do seu cotidiano.

É importante frisar, que não se pretende com essa discussão reduzir a importância da matemática no processo ensino e aprendizagem da física. Mas é preciso equacionar a matemática com a concepção conceitual dos fenômenos. Assim, antes da apresentação das fórmulas matemáticas e dos cálculos empregados na abordagem dos conceitos da física, o professor precisa situar o aluno no contexto explorado, para despertar neste, o interesse necessário, ou melhor, criar condições para que o aluno se sinta motivado a estudar a física e, dentre essas condições, como já discutido anteriormente, temos as Histórias em Quadrinhos como possibilidade de mediação e apropriação dos conceitos da óptica geométrica.

Além disso, para a superação da falta de motivação para o estudo da física, o seu ensino deve ser voltado para a troca de ideias entre os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem (professores e alunos), priorizando o diálogo, a participação coletiva e, desse modo, oportunizando aos alunos a exposição de suas ideias e contribuindo para aprendizagem coletiva. A utilização dessa estratégia de aprendizagem funciona como um importante instrumento para a superação da aquisição do conhecimento mecânico, priorizando a aquisição do conhecimento como um processo cognitivo.

Mas para que isso aconteça, é necessária uma tomada de consciência por parte dos professores de física que durante anos atuam com foco na mera

transmissão de conteúdo, a partir de uma linguagem que não engloba o contexto social do aluno. Especificamente sobre a necessidade da tomada de consciência por parte não somente dos professores de física mas, de todos os homens e mulheres, a consciência é significada por Vigotski (2007, p. 52) como uma

manifestação superior do psiquismo, surgindo como consequência de transformações e complexificações próprias ao processo de humanização [...]. O significado atribuído ao conceito consciência implica a percepção do fenômeno dentro do sistema de relações objetivas que o sustentam e é para o estabelecimento destas relações que a formação de conceitos assume importância sem par.

Nessa perspectiva se faz necessário que o professor conheça o contexto social dos alunos, a fim de direcionar o ensino com base na valorização da sua realidade histórico-cultural e social. Porém, isso não é tarefa fácil, tendo em vista que a maioria dos professores que atua no ensino de física não tem consciência de tal ensino sob esse prisma (FARIA, 2013).

Um outro aspecto que merece atenção e é conceito chave da Teoria Histórico-Cultural, trata-se da linguagem. Neste estudo, nos reportamos à linguagem utilizada pelo professor de física. Esta se apresenta como um ponto de extrema relevância, pois é a partir dela que pode-se promover a aproximação com os alunos e despertar neles a motivação dos conceitos da física. Nesse sentido, é de suma importância o contato dos alunos com os signos e símbolos relacionados ao meio em que estão inseridos, Pois isso contribui para o processo de internalização dos conhecimentos (MARENGÃO, 2011).

A respeito da linguagem, é o próprio Vigotski (2007, p. 12) que assim complementa essa discussão:

Antes de controlar o próprio comportamento, a criança começa a controlar o ambiente com ajuda da fala. Isso produz novas relações com o ambiente, além de uma nova organização do próprio comportamento. A criação dessas formas caracteristicamente humanas de comportamento produz, mais tarde, o intelecto e constitui a base do trabalho produtivo: a forma especificamente humana do uso de instrumentos.

Assim, a partir do momento em que o aluno identifica no contexto de uma aula de física a relação de elementos que para ele já são familiares, o processo de abstração do conteúdo se torna mais espontâneo e com o processo de mediação o professor vai introduzindo outros aspectos que contribuem para a construção

cognitiva do educando. Nesse contexto, ao empregar a linguagem presente no contexto sociocultural do aluno no processo ensino e aprendizagem, certamente, o professor alcançará seus objetivos de modo que haja produção de significados e sentidos dos conceitos científicos.

Cabe, portanto, em outras palavras reforçar que nessa perspectiva o professor deve levar em consideração que o aluno carrega consigo uma gama de conhecimentos que foram formados ao longo de sua trajetória de vida. Refletindo sobre essa problemática, entendemos que um ensino de física dissociado desses conhecimentos já adquiridos pelo aluno, não tem significado. A mera transmissão de conceitos desconectada da realidade do educando não faz sentido. Ainda que o professor se utilize de recursos sejam eles audiovisuais, matérias manipuláveis, games, tecnologias de informação e comunicação (TIC) como mediadores da aprendizagem, a aprendizagem dos conceitos da física não terá significado se estes não partirem da realidade do aluno.

Corroborando com esse entendimento, Faria (2013, p. 87) explicita que:

Nesse percurso, o papel do professor é de proporcionar atividades em que teoria e prática estejam articuladas, de forma que essa ação capacite o aluno a compreender, analisar e, se necessário, intervir em sua realidade social. Assim, é necessário que tais atividades abranjam características dos diversos contextos sociais nos quais os alunos estão inseridos. O professor deve procurar atuar além da operacionalização destas atividades, buscar realizar ações que façam que o aluno aprenda o conteúdo que está sendo estudado.

É importante acrescentar que não existe uma fórmula pronta e específica para o alcance de um ensino sistematizado, em conformidade com a realidade do aluno. Também não é uma missão de fácil alcance, a adoção dessa metodologia exige uma prévia análise do conteúdo a ser ministrado por parte do professor, que a partir de então, deve adotar o ensino participativo e não linearizado, ou seja, o professor deve se basear em uma visão crítica de ensino, que proporcione aos alunos a exposição de ideias e opiniões, que promovam a discussão entre os demais alunos de modo a promover o debate entre os participantes.

A partir de uma avaliação diagnóstica o professor de física pode identificar o conhecimento prévio que os educandos carregam e com base nesse levantamento elaborar estratégias focalizadas na promoção de um ensino democrático e participativo, que tenha o estudante no centro do processo de aprendizagem.

Essa perspectiva é identificável na Teoria Histórico-Cultural, que considera que o aluno se apropria dos conceitos científicos ao passo em que supera os conceitos anteriores (espontâneos), mais rudimentares e incompletos, desenvolvidos no convívio social. Dessa forma, o professor de física ao analisar os conhecimentos preexistentes em determinada turma, terá que levar em consideração aquilo que os alunos manifestarem no processo de observação diagnóstica. A partir dessas condições, o professor passará a desenvolver a estratégia adequada de construção do conhecimento sobre um determinado conceito e apoiar nele o ensino a ser efetivado.

É oportuno enfatizar também que o professor deve ter consciência de que os alunos inseridos, em um mesmo ambiente de aprendizagem, podem apresentar diferentes realidades sociais, uma vez que, ainda que estejam no mesmo espaço, podem possuir diferentes motivos e estabelecer diversas relações com as outras pessoas. Cada aluno tem seus motivos e significações e se envolvem de forma específica e diversificada nas atividades desenvolvidas, dependendo da maneira que são posicionadas dentro das práticas sociais e do período de desenvolvimento em que se encontram (FARIA, 2016).

Entre as diversas tarefas do professor de física nesse processo, está a de apresentar aos alunos a relação da física com os fenômenos presentes no seu cotidiano. Aqueles profissionais que optam por desprezar a existência de um conhecimento anteriormente adquirido pelo aluno, certamente, enfrentarão maiores dificuldades e resistências dos educandos com relação à matéria, o que torna o ensino cada vez mais doloroso tanto para a parte docente como para os alunos.

Para ilustrar essa situação, Rosa e Rosa (2004, p. 7) nos dar o sentido exemplo:

Ao ensinar o conceito de temperatura, por exemplo, temos de dimensioná-lo de maneira a possibilitar que cada aluno tenha a oportunidade de expor as suas ideias a respeito do tema proposto. Certamente, todos se sentem familiarizados com o assunto “temperatura”, pois se vive no dia-a-dia sob seus efeitos e ouve-se constantemente essa palavra. Logo, todos possuem uma ideia a respeito do seu significado, que pode estar correto ou não sob o ponto de vista físico, mas que, com certeza, expressa a mesma ideia para todos. Iniciar uma discussão em torno dos seus efeitos, das suas variações ou, até mesmo, de suas medidas parece ser mais coerente (pois é mais próximo do aluno), ao invés de discutir, inicialmente, o conceito trazido pelos livros didáticos, que é algo totalmente abstrato e que dificulta em muito a compreensão dessa grandeza física. E o que se observa é justamente uma insistência

nisso por parte dos professores, que normalmente seguem a ordem desses livros didáticos abordando o conteúdo primeiramente pelo conceito: “Temperatura é a medida do grau de agitação das moléculas que constituem um corpo”.

Com base nesse exemplo, recorremos a Leontiev (1978, p. 104), ao dizer que o conteúdo sensível (sensações, imagens de percepção, representações) é o que possibilita o desenvolvimento da consciência. Para este teórico (1978, p. 104),

Todo o sentido é sentido de qualquer coisa. Não há sentidos “puros”. Razão por que, subjetivamente, o sentido faz de certa maneira parte integrante do conteúdo da consciência e parece entrar na significação objetiva. Foi este fato que engendrou na psicologia e na linguística psicologizante um grave mal-entendido que se traduz, quer por uma total indiferenciação destes conceitos, quer pelo fato do sentido ser considerado como a significação em função do contexto ou da situação. Na verdade, se bem que o sentido (“sentido pessoal”) e a significação parecem na introspecção, fundidos com a consciência, devemos distinguir esses dois conceitos. Eles são intrinsecamente ligados um ao outro, mas apenas por uma relação inversa assinalada precedentemente; ou seja, é o sentido que se exprime nas significações (como o motivo nos fins) e não a significação no sentido.”

Sabemos que os alunos do ensino médio em termo de ciências da natureza, preferem a Biologia e/ou a Química em relação à Física, pois o sentido desenvolvido pela maioria destes alunos sobre esta disciplina é o de que ela é considerada muito difícil; se eles pudessem evitariam tal disciplina. Este exemplo nos evidencia que o sentido (o qual é o pessoal) traduz precisamente a relação do aluno com os conceitos (ou fenômenos) físicos objetivos conscientizados, o que implica na prática pedagógica do professor. Por que afirmamos isso? Porque de acordo com Longarezi (2019, p. 258),

O sentido, por sua vez, é fluido porque depende da vivência, entendida no sentido vigostskiano enquanto a unidade entre o meio (aquilo que se vivencia) e o modo como o sujeito vivencia (as particularidades da personalidade).

Diferente do sentido, embora intimamente ligado a ele, temos o significado, que por sua vez é social. Para Vigotski (1978, p. 96), entende-se por significação (ou significado),

[...] o reflexo da realidade independentemente da relação individual ou pessoal do homem a esta. O homem encontra um sistema de significações pronto, elaborado historicamente, e apropria-se dele tal

como se apropria de um instrumento, esse precursor material da significação. O facto propriamente psicológico, o facto da minha vida, é que eu me aproprie ou não, que eu assimile ou não uma dada significação, em que grau eu a assimilo e também o que ela se torna para mim, para a minha personalidade; este último elemento depende do sentido subjectivo e pessoal que esta significação tenha para mim.

Corroborando com o autor, entende-se que o professor deve utilizar metodologias, possibilitando ir muito além da aula tradição, provocando o aluno a se apropriar dos conhecimentos físicos, com aulas que permitam um maior sentido e significado para se estudar e aprender esses conhecimentos.

2.3 Do surgimento da História em Quadrinhos à sua possibilidade de mediação no ensino e aprendizagem da Óptica Geométrica

O surgimento das Histórias em Quadrinhos, provavelmente aconteceu no início das civilizações, com as evidências dos desenhos rupestres, na sequência, que mostraram a necessidade da comunicação humana. (VERGUEIRO, 2006).

A prova disso, no Brasil há vários Parques Arqueológicos que mostram essa comunicação através de desenhos. Por exemplo, o Sítio Arqueológico do Parque Nacional da Serra da Capivara - São Raimundo Nonato/PI:

Assim, quando o homem das cavernas gravava duas imagens, uma dele mesmo, sozinho, e outra incluindo um animal abatido, poderia estar, na realidade, vangloriando-se por uma caçada vitoriosa, mas também registrando a primeira história contada por uma sucessão de imagens. Bastaria enquadrá-las para obter algo muito semelhante ao que modernamente se conhece como histórias em quadrinhos (VERGUEIRO, 2006, p. 8-9).

Essa forma de comunicação também está presente na escola. A utilizamos em salas de aulas na educação básica, sobre tudo na educação infantil e anos iniciais do ensino fundamental. A criança consegue se comunicar através de desenhos em sequências. Crianças que ainda não sabem ler ou escrever encontram na reprodução dos códigos e linguagem das Histórias em Quadrinhos uma forma de transmitir suas ideias e de registrar seus pensamentos.

Para Fogaça (2003, p.125),

As ilustrações são um convite à criança para reestruturar, partindo delas, suas configurações mentais, indo do concreto à abstração da palavra. Nos quadrinhos, as palavras recebem um tratamento plástico diferente do usual, devido à forma como são colocadas: em balões, com tamanhos, formas e espessuras diferentes, que podem transformar os significados, possibilitando conotações distintas daquelas que haveria no caso de o texto ser apenas escrito.

Nessa perspectiva, entendemos que a utilização das Histórias em Quadrinhos como recurso mediador da aprendizagem se apresenta como possibilidade para a apropriação de conceitos da óptica geométrica, sobretudo por possibilitar uma leitura prazerosa e de fácil entendimento para o aluno por contemplar texto e imagem.

De acordo com Braz e Fernandes (2009, p. 1-2), as Histórias em Quadrinhos podem ser utilizadas no ensino de física com diferentes objetivos, abordando desde a correção de distorções conceituais, criação de situações-problema, desenvolvimento de perspectivas críticas da ciência à promoção de processos criativos e da imaginação.

Ressaltamos ainda por ser uma ferramenta lúdica e imprescindível para o ensino de física, as Histórias em Quadrinhos vêm ganhando cada vez mais espaço no âmbito escolar, visto que estimulam e desenvolvem o cognitivo dos alunos durante o processo ensino e aprendizagem. Sendo assim, a elaboração de Histórias em Quadrinhos com propósito pedagógico, vem-se tornando uma ótima opção para favorecer a atividade em grupo, estimular a criatividade e imaginação, e ainda produzir significações (sentidos e significados) necessários para o desenvolvimento da formação humana.

Diante do exposto, sobre as Histórias em Quadrinhos como recurso metodológico, Grando (2000, p. 1) complementa:

[...] a necessidade de atividades lúdicas acompanha o indivíduo ao longo de toda sua existência: [...] a necessidade do Homem em desenvolver as atividades lúdicas, ou seja, atividades cujo fim seja o prazer que a própria atividade pode oferecer, determina a criação de diferentes jogos e brincadeiras. Esta necessidade não é minimizada ou modificada em função da idade do indivíduo. Exercer as atividades lúdicas representa uma necessidade para as pessoas em qualquer momento de suas vidas.

Com isso temos a possibilidade da utilização das Histórias em Quadrinhos como recurso metodológico para potencializar o ensino da Óptica Geométrica, levando o professor a sair da aula tradicional.

Feitos os comentários sobre as Histórias em Quadrinhos, passamos discutir os conceitos de reflexão e refração no contexto da óptica geométrica.

3 CONCEITOS BÁSICOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA E OS FENÔMENOS DA REFLEXÃO E REFRAÇÃO DA LUZ COM SUAS APLICABILIDADES NO NOSSO COTIDIANO

Tendo em vista que o conceito chave da física trabalhado nesta pesquisa trata da óptica geométrica, inicialmente faremos uma breve contextualização das teorias corpuscular e ondulatória para a luz. Atrelada a essa discussão, abordaremos os conceitos básicos da óptica geométrica (velocidade da luz, ano-luz, fontes de luz, meios de propagação da luz, princípios da óptica geométrica). Por último, discutiremos sobre os fenômenos da reflexão e refração da luz, relacionando-os com o nosso dia a dia.

3.1 Noção básica sobre as teorias corpuscular e ondulatória para a luz

A teoria corpuscular (ou modelo corpuscular) surgiu no século XVII, quando o físico inglês Isaac Newton propôs de forma implícita e argumentativa, através de seus experimentos, que a natureza física da luz era material, ou seja, a luz consistia em um fluxo de partículas microscópicas propagadas por fontes luminosas. Por conta de sua popularidade, sua ideia tomou grande força.

Tal teoria também foi capaz de explicar diferentes fenômenos ópticos (por exemplo: a reflexão e a refração, que foram descobertos nessa época), apesar da popularidade, Isaac Newton passou por diversos debates para tentar defender sua teoria, que foi considerada, cientificamente, uma das mais bem elaboradas da época. Este estudioso então cravou uma batalha com a teoria de outro físico conhecido: Robert Hooke. A natureza da luz passou, então, a ser estudada por outros cientistas, um deles Christiaan Huygens, ganhando destaque também pelos seguidores de Isaac Newton no século XVIII.

A teoria corpuscular só foi invalidada após 100 anos de experiências mal sucedidas, que tentavam decifrar os fenômenos de difração, interferência e polarização da luz, posteriormente explicados pela teoria ondulatória de Huygens.

Com o rompimento do paradigma da teoria corpuscular, no século XIX a pesquisa de Huygens foi aperfeiçoada por Thomas Young e Augustin Fresnel. A partir daí começa-se a afirmar que a luz é uma onda, assim como o som. Esse paradigma tomou credibilidade através do experimento feito por Thomas Young,

conhecido como Experimento de Fenda Dupla (1801), que foi capaz de decifrar os fenômenos que a teoria corpuscular não conseguiu explicar.

Vale lembrar que a teoria corpuscular não é a mesma conhecida atualmente, que dita a dualidade onda-partícula da luz. Com base nesse modelo, a luz era constituída de partículas pequenas emitidas pela fonte luminosa, e que se propagam em linha reta e com velocidades muito grandes. Ao atingir o olho, essas partículas estimulavam uma determinada região que dava origem à visão.

3.2 Conceitos básicos da óptica geométrica: velocidade da luz, ano-luz, fontes de luz, meios de propagação da luz e os princípios da óptica geométrica

De acordo com Tipler et al. (2012), a velocidade da luz no vácuo, simbolizada pela letra c , é, por definição, igual a 299.792.458 metros por segundo. O símbolo c origina-se do latim *celeritas*, que significa velocidade ou rapidez. Tal velocidade em um meio material transparente, a exemplo do vidro ou do ar, é menor que c . Sendo que a velocidade da luz nesse meio de propagação depende do índice de refração do meio. Ao resolver as equações de Maxwell no vácuo e sem fontes de campo é possível obter a velocidade de uma onda eletromagnética.

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$$

Ano-luz: é uma medida de **comprimento**, com valor aproximado de 10 trilhões de quilômetros (10^{16} metros). Conforme a definição da **União Astronômica Internacional (UAI)**, um ano-luz é a distância que a luz atravessa no vácuo em um Ano Juliano.

A medida “**Ano-luz**” geralmente é usada para mensurar distâncias de estrelas e outras distâncias na escala intergaláctica, especialmente nas publicações populares ou não especializadas na área de ciência.

De forma didática Ramalho et al. (2015), denominam como fonte de luz todo corpo que emite luz, podendo ser classificadas como:

Fontes primárias ou corpos luminosos: são fontes que emitem luz própria.

1. Fluorescentes - emitem luz na presença de uma causa. *Ex: As lâmpadas fluorescentes.*
2. Fosforescentes - emitem luz mesmo quando cessa a causa. *Ex: As placas de sinalização.*

* **Fontes secundárias ou corpos iluminados:** são fontes que refletem a luz recebida de outras fontes.

Obs: Chama-se incandescência a capacidade de um corpo de emitir luz a alta temperatura e luminescência, quando a luz é emitida à baixa temperatura.

Ex.: A Lua, uma lâmpada elétrica apagada, um metal à temperatura ambiente.

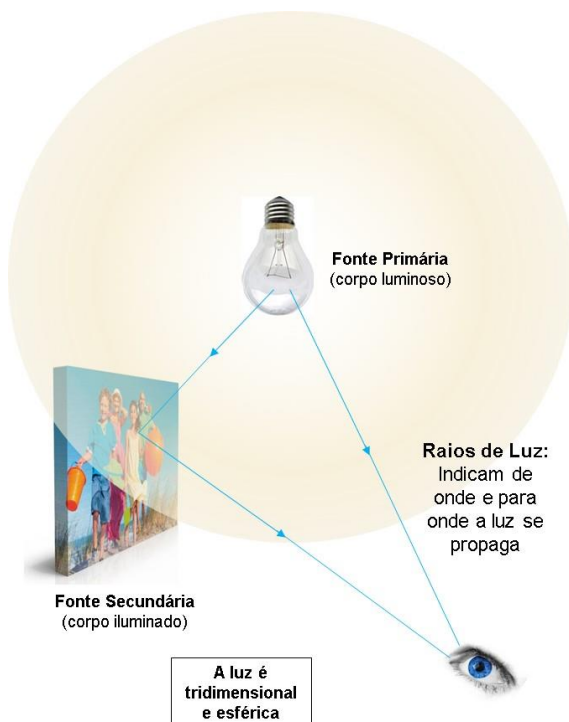
Quanto às suas dimensões as fontes podem ser classificadas como:

* **Fonte extensa:** é toda fonte cujas dimensões não são desprezíveis em relação às distâncias envolvidas.

* **Fonte Puntiforme:** quando suas dimensões são desprezíveis em relação às distâncias envolvidas.

Segundo Helou et al. (2012), para representar a direção e o sentido de propagação da luz lançamos mão de um ente geométrico: o raio luminoso.

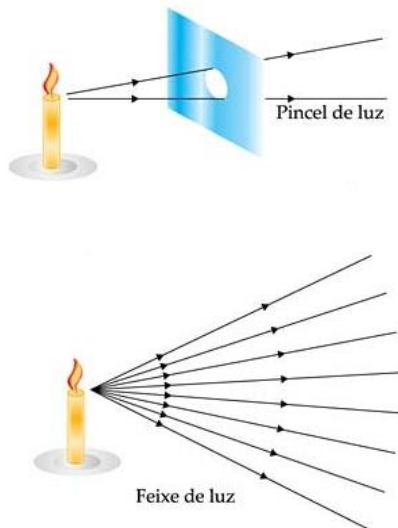
Figura 1: raio de luz



Fonte: ciências da natureza e suas tecnologias, Sistema Cev (2021)

O conceito de raio luminoso é puramente teórico. Não se consegue, experimentalmente, isolar um raio de luz, mas sim um conjunto de raios de luz a quem chamamos **feixe** ou **pincel de luz**

Figura 2: feixe de luz



Fonte: Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Sistema Cev (2021)

O pincel luminoso, de acordo com a sua disposição pode ser:

* **Cilíndrico ou paralelo** – os raios de luz que saem da fonte são paralelos entre si.

Ex.: Os holofotes, os feixes de Laser, os raios solares quando chegam a Terra, etc.

* **Cônico divergente ou divergente** – os raios de luz se afastam entre si à medida que se afastam da fonte.

Ex.: A luz que sai de um farol de carro, de uma lanterna, etc.

* **Cônico convergente ou convergente** – os raios de luz aproximam-se entre si à medida que se afastam da fonte.

Ex.: Os raios solares ao atravessarem uma lupa (lente de aumento).

Figura 3 : feixes cônicos e cilíndricos

Cônicos

- Convergentes



- Divergentes



Cilíndricos

- Paralelos



Fonte: ciências da natureza e suas tecnologias, Sistema Cev (2021)

Comportamento do meio

Quando a luz atinge a superfície de um objeto qualquer, ocorre uma série de comportamentos luminosos, que podem ser utilizados para classificar opticamente o meio que constitui o objeto em três categorias.

Meio transparente: É aquele em que a luz incidente emerge sem perdas sensíveis de intensidade ou de organização. Assim, através de um meio transparente, podemos visualizar corpos luminosos nítida e minuciosamente.

Ex.: O ar, o vidro liso comum, uma fina camada de água, etc.

Meio translúcido: É aquele em que a luz incidente emerge com perda sensível na intensidade ou na organização dos pincéis. Assim o meio translúcido não propicia visualização nítida dos objetos.

Ex.: Um vidro leitoso ou embaçado, papel vegetal, o ar com neblina, etc.

Meio opaco: É aquele em que a luz incidente não emerge, sendo totalmente absorvida pelo meio.

Ex.: Madeira, tijolos, concreto, etc.

Figura 4: meios de propagação



Fonte: ciências da natureza e suas tecnologias, Sistema Cev (2021)

Obs. *Um meio é dito homogêneo quando as suas propriedades são as mesmas em qualquer ponto desse meio.*

Princípios da Óptica Geométrica

1) Independência dos Raios de Luz

Adir e Sérgio (2006) destacam que se dois ou mais raios de luz se cruzar, um não interfere na trajetória do outro, cada um se comportando como se o outro não existisse.

Esse princípio por ser compreendido, por exemplo, em peças de teatro no momento que holofotes específicos iluminam determinados atores no palco. Mesmo que os atores troquem suas posições no palco e os feixes de luz sejam obrigados a se cruzar, ainda assim os atores serão iluminados da mesma forma, até mesmo, por luzes de cores diferentes.

Figura 5: princípio da independência dos raios de luz



Fonte: ciências da natureza e suas tecnologias, Sistema Cev (2021)

II) Reversibilidade dos Raios de Luz

Para Adir e Sérgio (2006), se revertermos o sentido de propagação de um raio de luz ele continua a percorrer a mesma trajetória, em sentido contrário.

O princípio pode ser verificado, por exemplo, na situação em que um motorista de táxi e seu passageiro, este último no banco de trás, conversam, um olhando para o outro através do espelho central retrovisor.

Figura 6 – princípio da reversibilidade



Fonte: ciências da natureza e suas tecnologias, Sistema Cev (2021)

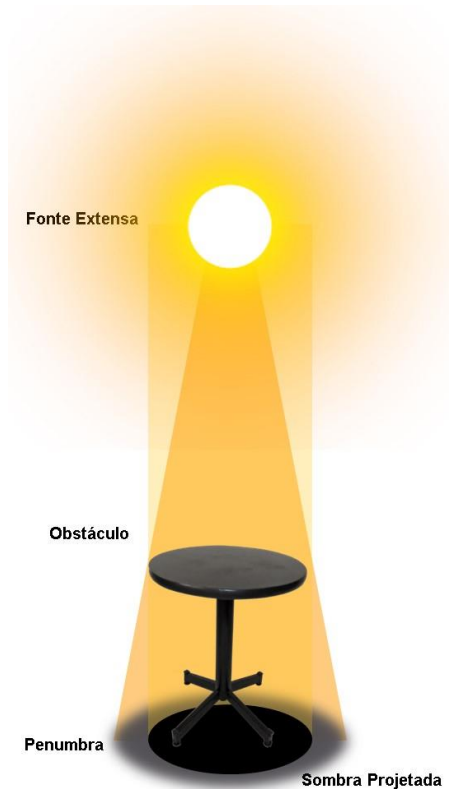
III) Propagação Retilínea da Luz

Ainda citando o autor anterior, num meio homogêneo, transparente e isótropo, a luz se propaga em linha reta.

Aplicações do Princípio da Propagação Retilínea da Luz

Ramalho et al.(2015), enfatiza que uma sombra é uma região escura formada pela ausência da luz, proporcionada pela existência de um obstáculo, já a penumbra é uma região parcialmente iluminada por uma fonte de luz.

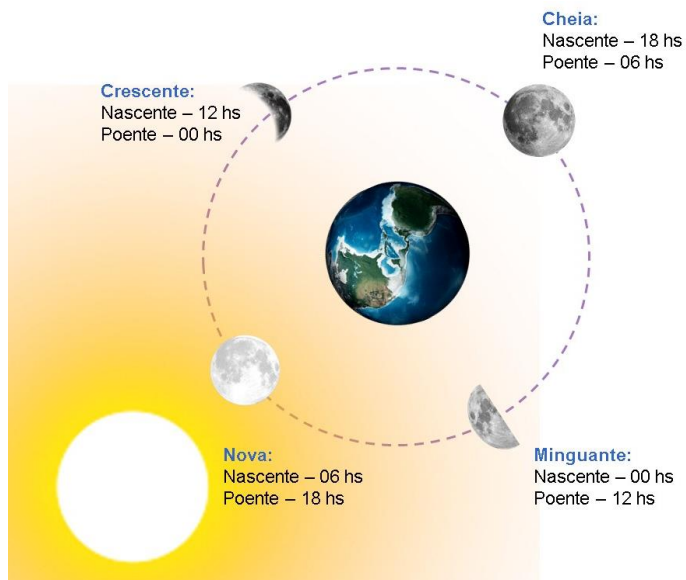
Figura 7: sombra e penumbra



Fonte: ciências da natureza e suas tecnologias, Sistema Cev (2021)

A Lua anda em volta da Terra tal como a Terra anda em volta do Sol. A Lua também possui, como a Terra, um movimento simultâneo de rotação e translação. O período de rotação da Lua é igual ao período de translação (**27 dias**) de tal maneira que vemos sempre a mesma face da Lua.

Figura 8 – fases da lua

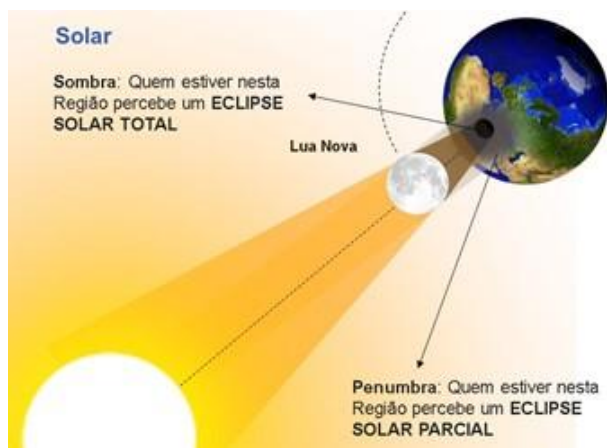


Fonte: ciências da natureza e suas tecnologias, Sistema Cev (2021)

Eclipses

Para Helou et al.(2012), um eclipse é um evento astronômico que ocorre quando existe um **alinhamento** de três ou mais corpos celestes do mesmo sistema gravitacional.

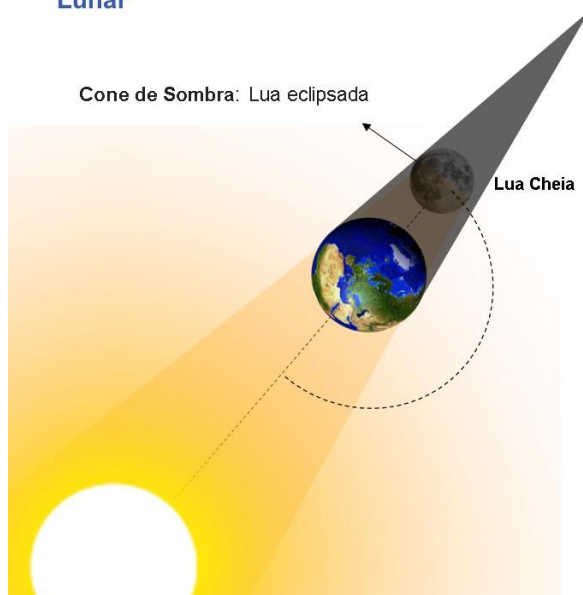
Figura 9: eclipse solar



Fonte: ciências da natureza e suas tecnologias, Sistema Cev (2021)

Figura 10: eclipse lunar

Lunar



Fonte: ciências da natureza e suas tecnologias, Sistema Cev (2021)

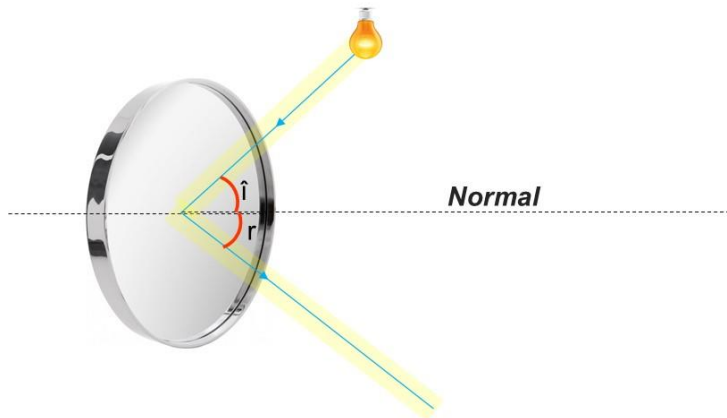
3.2 Fenômeno da Reflexão da Luz

Leis da Reflexão

De acordo com os estudos de Helou et al. (2012), é um fenômeno que acontece quando a luz ao incidir em uma superfície retorna ao meio proveniente sem que aconteça a mudança de meio. A reflexão é explicada através de duas leis.

- **O raio incidente, a reta normal e o raio refletido são coplanares, ou seja, estão no mesmo plano.**
- **O ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão ($\hat{i} = r$)**

Figura 11: reflexão da luz



Fonte: ciências da natureza e suas tecnologias, Sistema Cev (2021)

- A **normal (N)** é a semirreta perpendicular à superfície refletora.
- **Ângulo de incidência** é o ângulo formado entre o feixe de luz que incide sobre o objeto e a normal.
- **Ângulo de reflexão** é o ângulo que a direção de um feixe de luz refletida faz com a normal

As leis da reflexão também são aplicadas também quando a luz incide sobre superfícies esféricas.

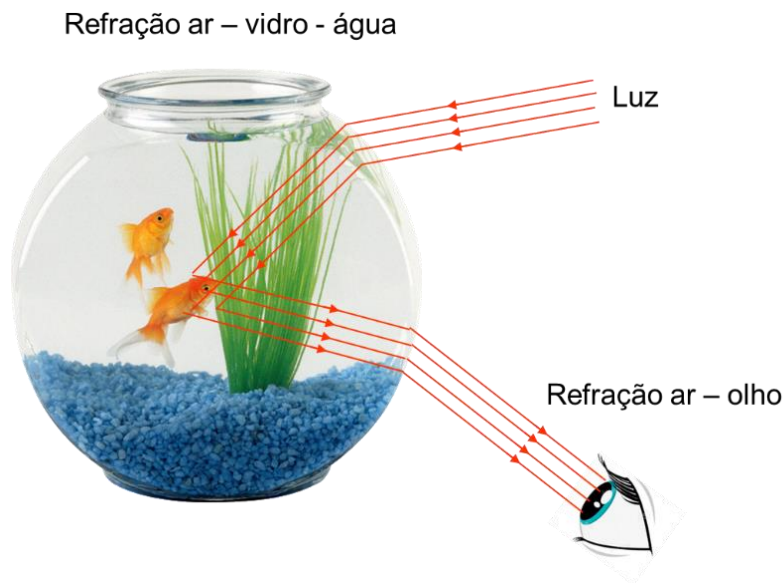
3.3 Fenômeno da Refração da Luz

O fenômeno da **refração** ocorre quando uma onda luminosa sofre uma mudança no meio em que ela se propaga.

Ao atravessar a **fronteira** entre dois meios homogêneos e transparentes (**dioptra**) com diferentes **índices de refração**, a velocidade de propagação e o comprimento de onda mudam em uma proporção direta.

A constante de proporcionalidade é a frequência, que não se altera.

Figura 12 – refração da luz



Fonte: ciências da natureza e suas tecnologias, Sistema Cev (2021)

Ao sofrer refração a luz pode mudar a direção em que se propaga e sofrer um desvio (ver figura acima), porém, essa mudança de direção não ocorre se a incidência for perpendicular à superfície de separação entre os meios (**dioptro**).

ÍNDICE DE REFRAÇÃO – REFRINGÊNCIA DE UM MEIO

Segundo Young e Freedman (2016), o índice de refração absoluto de um meio é uma grandeza **adimensional** dada pela relação entre a velocidade da luz no vácuo (**c**) e a velocidade da luz em um determinado meio. Em meios com índices de refração mais baixos (próximos a 1) a luz tem velocidade maior (ou seja, próximo à velocidade da luz no vácuo). A relação pode ser descrita pela fórmula:

$$n = \frac{c}{v}$$

Em que: **c** é a velocidade da luz no vácuo (**c = 3x10⁸ m/s**); **v** é a velocidade da luz no meio;

De modo geral, a velocidade da luz nos meios materiais é menor que **c**; e assim, teremos **n > 1**. Por extensão, definimos o índice de refração do vácuo, que

obviamente é igual a **1**. Portanto, sendo **n** o índice de refração de um meio qualquer, temos: **$n > 1$** .

A velocidade de propagação da luz no ar depende da frequência da luz, já que o ar é um meio material. Porém, essa velocidade é quase igual a $c = 3 \times 10^8$ m/s para todas as cores. Ex.: índice de refração da luz violeta no ar = 1,0002957 e índice de refração da luz vermelha no ar = 1,0002914. Portanto, nas aplicações, desde que não queiramos uma precisão muito grande, adotaremos o índice de refração do ar como aproximadamente igual a 1.

Em geral, quando a densidade de um meio aumenta, o seu índice de refração também aumenta. Como variações de temperatura e pressão alteram a densidade, concluímos que essas alterações também alteram o índice de refração. No caso dos sólidos, essa alteração é pequena, mas para os líquidos, as variações de temperatura são importantes, e no caso dos gases tanto as variações de temperatura como as de pressão devem ser consideradas. A figura abaixo mostra os índices de refração de alguns materiais:

Figura 13: tabela dos índices de refração da luz

Tabela 1. Valores de índices de refração de alguns meios materiais		Tabela 2. Valores de índices de refração de um bloco de vidro para diferentes luzes monocromáticas	
Meio material	Índices de refração (n)	Luz monocromática	Índices de refração (n) de um bloco de vidro
Ar	1,00	Violeta	1,532
Água	1,33	Azul	1,528
Vidro	1,50	Verde	1,519
Glicerina	1,90	Amarela	1,517
Álcool Etilico	1,36	Alaranjada	1,514
Diamante	2,42	Vermelha	1,513
Acrílico	1,49		

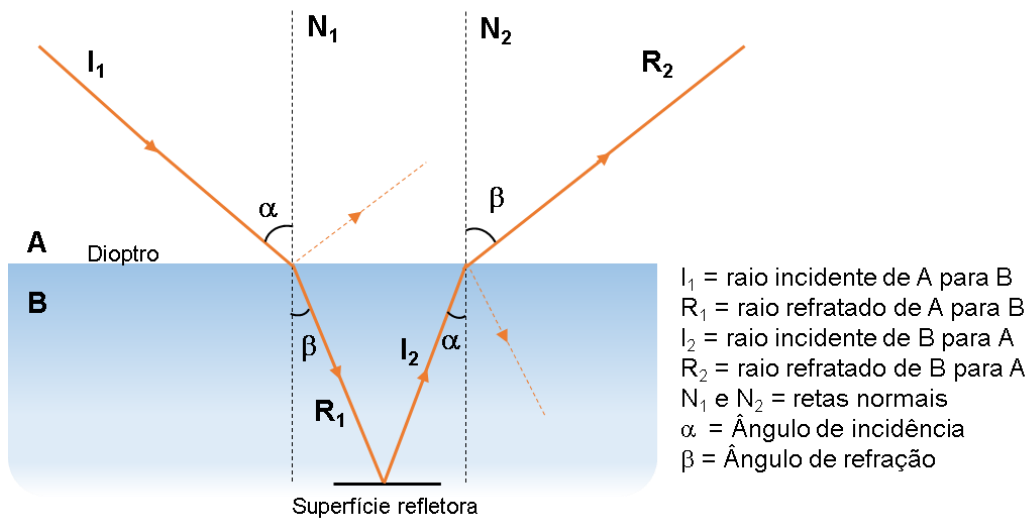
Fonte: LIDE., D.R. (Ed). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 87. ed. Boca Raton: CRC Press, 2006-2007.

Fonte: ciências da natureza e suas tecnologias, Sistema Cev (2021)

LEIS DA REFRAÇÃO

Baseado em Helou et al. (2015), considere um raio de luz monocromático que incide na fronteira entre dois meios homogêneos e transparentes **A** e **B** com $n_A < n_B$ conforme a figura abaixo:

Figura 14: refração luminosa



Fonte: ciências da natureza e suas tecnologias, Sistema Cev (2021)

Observe que ao passar do menos refringente (A) para o mais refringente (B), o raio de luz se aproxima da reta normal enquanto ao passar do mais refringente (B) para o menos refringente (A), o raio de luz se afasta da reta normal. É importante lembrar também que se o raio incidente for perpendicular a superfície (dióptro) não ocorrerá desvio ($\alpha = \beta$).

Geometricamente para o processo de refração da luz são aplicadas as seguintes leis:

- 1ª Lei da Refração: I R e N são **coplanares**
- 2ª Lei da Refração ou Lei de Snell-Descartes: $n_A \times \text{sen } \alpha = n_B \times \text{sen } \beta$

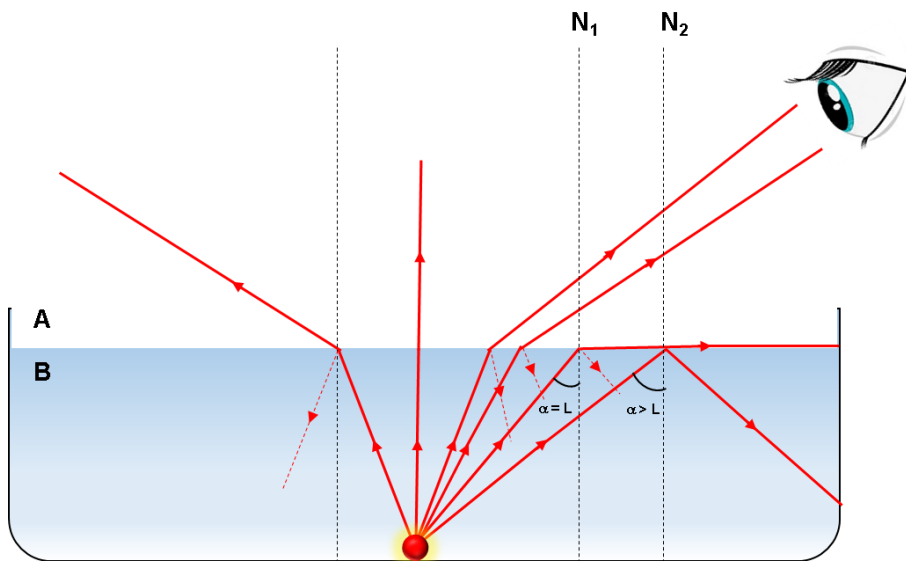
Outra forma de expressar a Lei de Snell-Descartes é:

$$\frac{n_A}{n_B} = \frac{\text{sen } \beta}{\text{sen } \alpha} = \frac{\cancel{c}/v_A}{\cancel{c}/v_B} = \frac{v_B}{v_A}$$

Ângulo limite e Reflexão Total

De acordo com Halliday e Walker (2009), na situação abaixo uma fonte de luz monocromática situada no meio **B** emite raios de luz que se propagam nesse meio e incidem na superfície de separação entre A e B. Considere $n_A < n_B$ e observe que um aumento no ângulo de incidência resulta em um aumento no ângulo de refração.

Figura 15: ângulo limite e reflexão total



Fonte: ciências da natureza e suas tecnologias, Sistema Cev (2021)

Ângulo limite **L** é um ângulo para qual um raio de luz incidente refrata-se e sai paralelo à superfície. Neste caso o raio refrata rasante a superfície formando com a normal um angulo de 90° , assim, de acordo com a Lei de Snell-Descartes:

$$n_B \cdot \text{sen } \alpha = n_A \cdot \text{sen } \beta$$

$$n_B \cdot \text{sen } L = n_A \cdot \text{sen } 90^\circ$$

$$\text{sen } L = \frac{n_A}{n_B} \rightarrow \boxed{\text{sen } L = \frac{n_{\text{menor}}}{n_{\text{maior}}}}$$

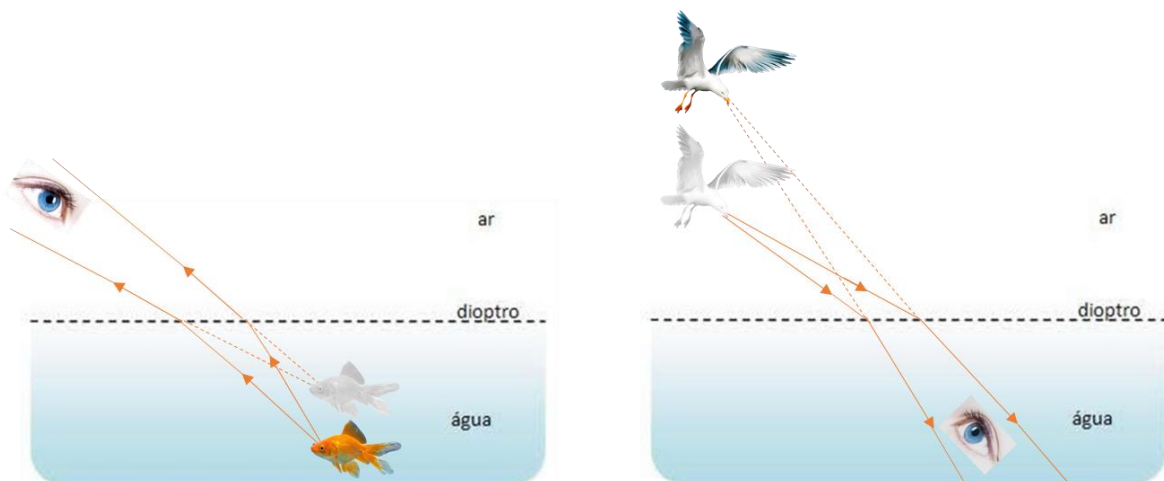
Para ângulos de incidência maiores que o limite, ocorrerá uma **reflexão total** da luz, assim, podemos concluir que para ocorrer reflexão total:

- A luz deve se propagar do meio mais refringente para o menos refringente.
- $\alpha > L$.

DIOPTRO PLANO

Segundo Hewitt (2015), um dióptro plano consiste num conjunto de dois meios opticamente homogêneos e transparentes separados por uma superfície plana como, por exemplo, o ar em contato com a água parada e transparente de uma piscina (dióptro ar-água)

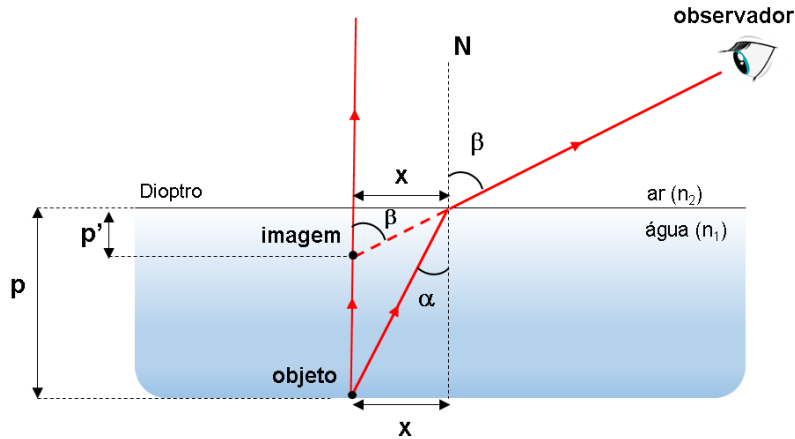
Figura 16: dióptro plano



Fonte: ciências da natureza e suas tecnologias, Sistema Cev (2021)

Para ângulos de incidência (α) e refração (β) **muito pequenos** podemos considerar que:

Figura 17: dióptro plano



Fonte: ciências da natureza e suas tecnologias, Sistema Cev (2021)

$$n_1 \cdot \text{sen } \alpha = n_2 \cdot \text{sen } \beta$$

$$n_1 \cdot \text{tg } \alpha = n_2 \cdot \text{tg } \beta$$

$$n_1 \cdot \frac{x}{p} = n_2 \cdot \frac{x}{p'}$$

$$\boxed{\frac{n_1}{n_2} = \frac{p}{p'}}$$

Para quando o observador estiver na água, temos:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{p}{p'}$$

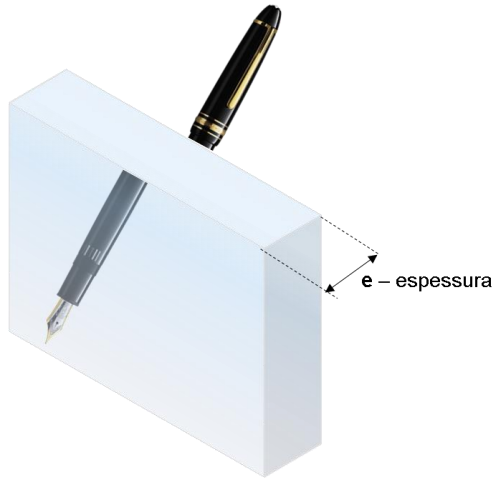
Assim, para qualquer situação:

$$\boxed{\frac{n_{\text{objeto}}}{n_{\text{observador}}} = \frac{p}{p'}}$$

LÂMINA DE FACES PARALELAS

Para Helou et al. (2012), uma lâmina de faces paralelas é um sistema formado por três meios homogêneos e transparentes separados dois a dois através de superfícies planas e paralelas. Dos três meios, normalmente o segundo meio é a lâmina de faces paralelas. Como exemplo, pode-se citar uma placa de vidro de uma janela.

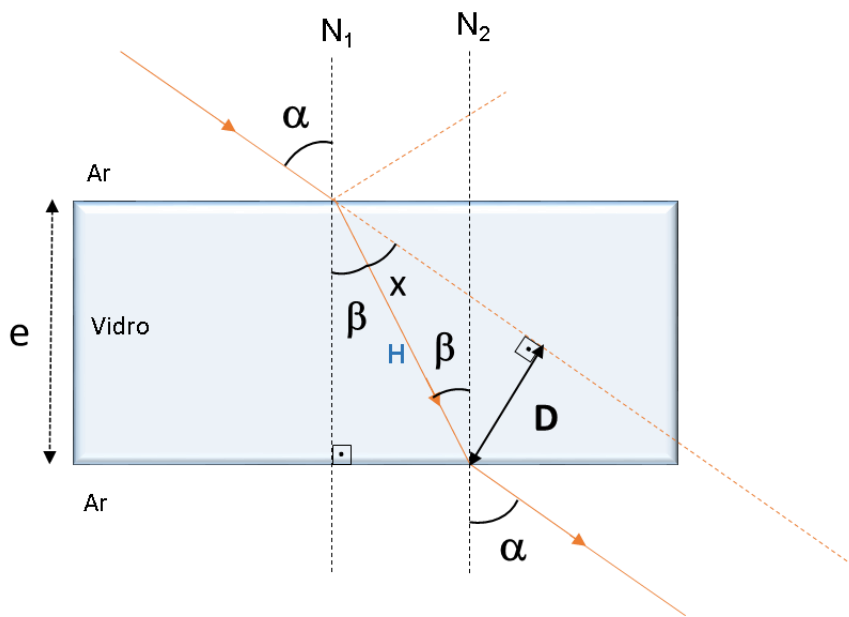
Figura 18: lâmina de faces paralelas



Fonte: ciências da natureza e suas tecnologias, Sistema Cev (2021)

Ao atravessar uma lâmina de faces paralelas de vidro imersa no ar, um raio de luz monocromática sofre um **desvio lateral** conforme figura abaixo:

Figura 19: lâmina de faces paralelas



Fonte: ciências da natureza e suas tecnologias, Sistema Cev (2021)

$$\cos \beta = \frac{e}{H} \text{ e } \operatorname{sen} x = \frac{d}{H}$$

$$\frac{e}{\cos \beta} = \frac{D}{\operatorname{sen} x}$$

$$D = \frac{e \cdot \operatorname{sen} x}{\cos \beta}$$

$$D = \frac{e \cdot \operatorname{sen} (\alpha - \beta)}{\cos \beta}$$

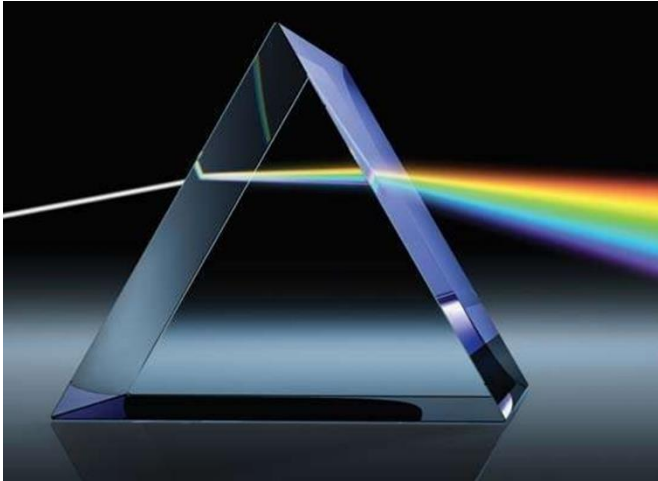
PRISMAS ÓPTICOS

Segundo Young e Freedman (2016), um prisma é um elemento óptico transparente com superfícies retas e polidas que refratam a luz. O formato geométrico tradicional é o prisma triangular com base quadrangular e lados triangulares, e o uso coloquial de "prisma" geralmente refere-se a essa configuração. Os prismas são tipicamente feitos de vidro, mas também podem ser feitos de qualquer material transparente.

Quando a luz branca incide sobre a superfície do prisma, sua velocidade é alterada, no entanto, cada cor da luz branca tem um índice de refração diferente, e

logo ângulos de refração diferentes, chegando à outra extremidade do prisma separadas.

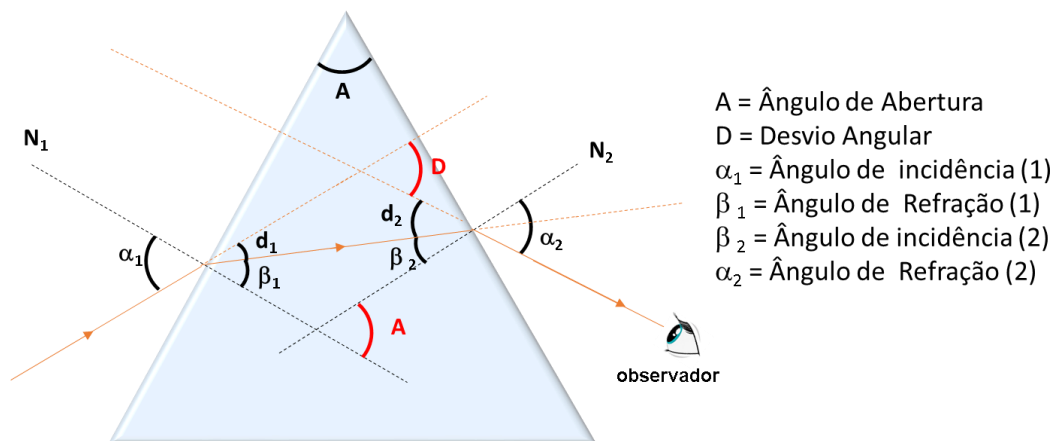
Figura 20: prisma 1



Fonte: ciências da natureza e suas tecnologias, Sistema Cev (2021)

Ao atravessar um prisma, um raio de luz monocromático sofre um desvio em sua trajetória conforme figura abaixo:

Figura 21: prisma 2



Fonte: ciências da natureza e suas tecnologias, Sistema Cev (2021)

Desvio Angular

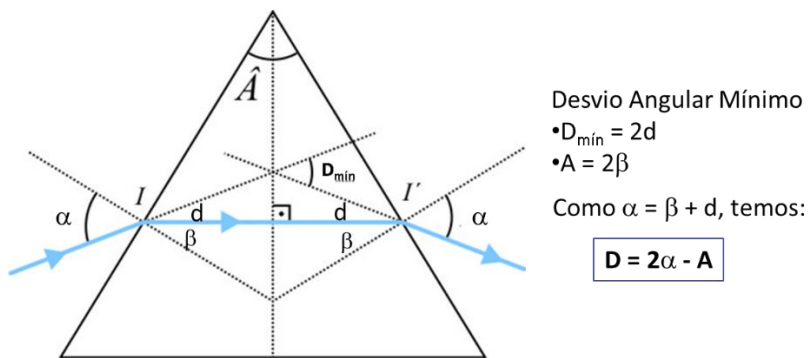
- $D = d_1 + d_2$
- $A = \beta_1 + \beta_2$

Como $\alpha_1 = \beta_1 + d_1$ e $\alpha_2 = \beta_2 + d_2$, temos: $D = \alpha_1 + \alpha_2 - A$

Prismas de desvio mínimo

O desvio mínimo em um prisma ocorre quando o ângulo de incidência na entrada luz for igual ao de refração na saída do prisma ($\alpha_1 = \alpha_2$). Neste caso o raio de luz no interior do prisma irá se propagar numa direção paralela a base.

Figura 22: prisma 3



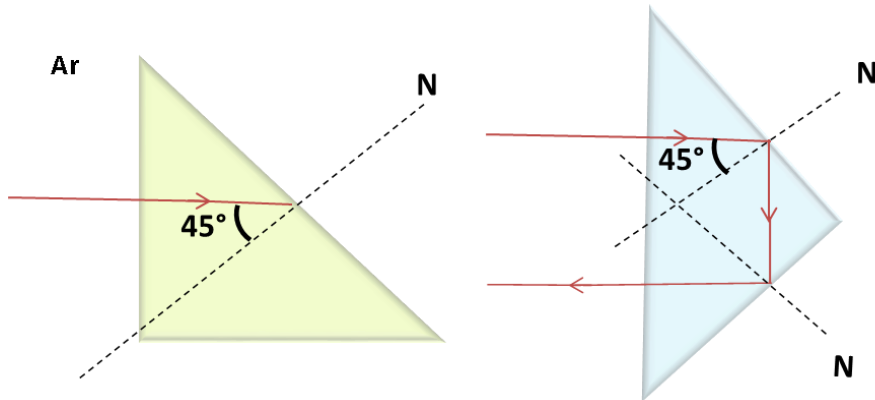
Fonte: ciências da natureza e suas tecnologias, Sistema Cev (2021)

Prismas de Reflexão Total

No interior do prisma a luz pode sofrer uma reflexão total. Isto ocorre se na segunda em face de luz incidir num ângulo maior do que o ângulo limite de incidência. Nesse caso, o prisma se transforma num prisma de reflexão total.

Os prismas de reflexão total podem desviar a luz em 90° ou 180° dependendo da face a qual a luz incide. Em algumas aplicações substituem com muito mais eficiência os espelhos.

Figura 24 – prisma 4



Fonte: ciências da natureza e suas tecnologias, Sistema Cev (2021)

$$45^\circ > L$$

$$\text{sen } 45^\circ > \text{sen } L$$

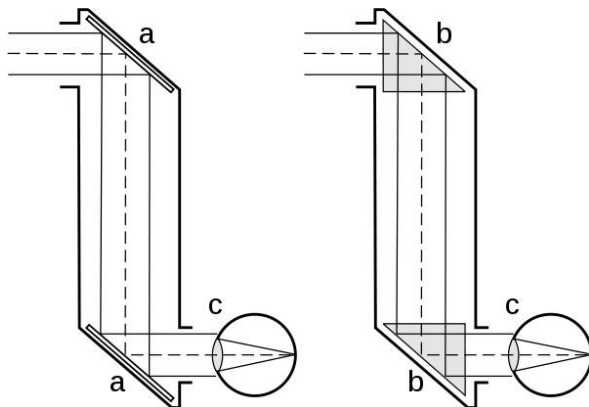
$$\frac{\sqrt{2}}{2} > \frac{n_{ar}}{n_{prisma}}$$

$$n_{prisma} > \frac{2\sqrt{2}}{2}$$

$$n_{prisma} > \sqrt{2}$$

Aplicação: O **periscópio**

Figura 25- periscópio



Fonte: ciências da natureza e suas tecnologias, Sistema Cev (2021)

4 METODOLOGIA

Esta seção é destinada à caracterização e explicação dos aspectos metodológicos empreendidos neste estudo, ou seja, à metodologia, compreendida como o trajeto do pensamento e a prática utilizada na captação da realidade investigada (MINAYO, 2003): o objeto de estudo.

O primeiro subtópico destina-se à sua caracterização: abordagem da pesquisa. No segundo subtópico, apresentamos os participantes que contribuíram para o desenvolvimento e concretização desse estudo. Por sua vez, no terceiro subtópico, definimos as técnicas e instrumentos de produção de dados. No quarto subtópico, descrevemos e os procedimentos de análise de dados. E, por último, o Apêndice B – O Produto Educacional: A HISTÓRIA EM QUADRINHOS E SUA PONTENCIALIDADES NA MEDIAÇÃO DO CONCEITO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA NO ENSINO MÉDIO.

4.1 Caracterização da Pesquisa

Tendo como base os referenciais teóricos alinhados à Teoria Histórico-Cultural e por considerar, sobretudo o objetivo geral e o problema (ou questão norteadora) deste estudo, fizemos a opção pela pesquisa de cunho qualitativo e explicativo. Além disso, por conta do objeto de estudo desta investigação: Histórias em Quadrinhos como possibilidade de mediação e apropriação dos conceitos envolvendo a óptica geométrica.

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.

Nessa mesma direção de pensamento, Minayo (2003), entende que a pesquisa de abordagem qualitativa se adequa ao mundo das significações (sentido e

significado) desenvolvidas pelos homens no contexto de suas ações e relações entre si, o que não seria possível investigarmos apenas nos valendo dos dados estatísticos e matemáticos.

No que concerne ao fato desta pesquisa também se configurar como explicativa, a justificativa se dá em função da sua base teórica, ou seja, dos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural. Para essa problemática, Vigotski (2007, p. 64),

Se todos os objetos fossem fenotípica e genotipicamente equivalentes (isto é, se os verdadeiros princípios de sua construção e operação fossem expressos por suas manifestações externas), então, a experiência do dia a dia seria plenamente suficiente para substituir a análise científica.

Nessa perspectiva, o pesquisador não deve se limitar às características externas do objeto investigado. Como ainda complementa o próprio Vigotski (2007, p. 64), “a mera descrição não revela as relações dinâmico-causais reais subjacentes ao fenômeno”.

4.2 Participantes da Pesquisa

Em decorrência da pandemia ocasionada pela COVID – 19, infecção respiratória aguda originada pelo corona vírus SARS-CoV-2, potencialmente grave, a pesquisa foi realizada de forma remota envolvendo 10 professores de física, que atuam no ensino médio em escolas da cidade de Teresina-PI.

Especificamente sobre a produção de dados, esta ocorreu durante os meses de fevereiro e março de 2021, com aplicação do Produto Educacional (APÊNDICE B). Intencionalmente, optamos por escolher os participantes de forma aleatória, sem vínculo com instituições de ensino específicas (particular, pública, filantrópica), a fim de identificarmos perspectivas diferentes, de acordo com o contexto em que estes sujeitos estão inseridos.

Enfatizamos que, todos os sujeitos da pesquisa são profissionais experientes na docência do ensino de física, com no mínimo 5 anos de docência em física no ensino médio.

A participação desses professores não implicou em nenhum custo financeiro, o que se constituiu em ato voluntário. No que concerne aos preceitos éticos da pesquisa, os participantes foram informados, previamente, que a qualquer momento

os resultados da pesquisa estariam à disposição dos mesmos, e que o nome e qualquer material que indicasse a sua participação não seriam divulgados sem a sua prévia autorização. Para tanto, empregamos nomes fictícios (PF1, PF2, PF3, PF4,..., PF10).

A título de esclarecimentos, tendo em vista que a realização desta pesquisa e aplicação do Produto Educacional ocorreu de forma remota, isso implicou na não necessidade de termos e comentarmos sobre o campo empírico.

4.3 Instrumentos de Produção de Dados

Por considerar a natureza, os objetivos e problema (ou questão norteadora) desta pesquisa, e as condições objetivas e subjetivas implicadas pela pandemia, adotamos como instrumento de produção de dados dois questionários: pré-teste e pós-teste.

Antes de esclarecermos como se deu a dinâmica da aplicação dos questionários, é pertinente destacar que tal instrumento, como explicitam Lakatos e Marconi (2017, p. 154),

[...] é um instrumento de coleta de dados, constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador. Em geral, o pesquisador envia o questionário ao informante, pelo correio ou por um portador; depois de preenchido, o pesquisado devolve-o do mesmo modo.

O primeiro questionário - Pré-teste (APÊNDICE A) ocorreu antes da aplicação do Produto Educacional, envolvendo questões com o objetivo de produzir dados acerca a prática pedagógica desenvolvida pelos professores de física do ensino médio, sujeitos desta pesquisa.

Feita a análise dos dados produzidos a partir do primeiro questionário, propomos aos professores, sujeitos desta pesquisa, a aplicação do Produto Educacional – A HISTÓRIA EM QUADRINHOS E SUA PONTENCIALIDADES NA MEDIAÇÃO DO CONCEITO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA NO ENSINO MÉDIO, no formato de uma Sequência Didática (APÊNDICE B).

Enfatizamos que, nessa etapa da pesquisa os professores foram orientados sobre como abordar e utilizar as Histórias em Quadrinhos enquanto recurso mediador para ensino de física. Para tanto, os docentes foram orientados a dividir as

suas turmas em dois grupos, e entregar para cada grupo uma História em Quadrinhos, para, posteriormente, trocar com o outro grupo. Demos sugestão de que os professores criassem um momento para a discussão entre os envolvidos a respeito da utilização das Histórias em Quadrinhos; isso com a mediação do professor.

Entendemos que esse momento é muito importante para o acompanhamento e identificação dos níveis das ZDP e equalização dos conceitos prévios, questionamento das ideias de senso comum e que podem se constituir como concepções alternativas, de modo a se preparar o alicerce para os conceitos científicos a serem ensinados.

Diante do exposto, com o objetivo de analisarmos as potencialidades de mediação e apropriação das Histórias em Quadrinhos em quanto recurso metodológico, com base nas significações desenvolvidas pelos professores investigados, ou seja, a aplicação do nosso Produto Educacional, empregamos o segundo questionário – Pós-teste (APÊNDICE C).

Conforme já mencionado nessa dissertação, em decorrência da pandemia ocasionada pela COVID – 19, na realização desta pesquisa e aplicação do Produto Educacional, os questionários foram produzidos no formato de formulários Google e ainda fizemos uso do grupo whatsapp, criado por pelo autor do trabalho, envolvendo todos os participantes da pesquisa, bem como contatos via e-mail eletrônico, com o propósito de esclarecermos dúvidas e quaisquer outras informações sobre a aplicação do Produto Educacional.

4.4 Procedimentos de Análise de Dados

Especificamente sobre os procedimentos de análise de dados, obtidos através dos questionários, e outros instrumentos remotos, com já comentado anteriormente, por se tratar de uma pesquisa de abordagem qualitativa, seguimos a proposta de Minayo (2003), em que, inicialmente, ordenamos os dados produzidos. Em seguida, classificamos os dados e, por último, analisamos os dados. Para isso, ainda em consonância com a autora, adotamos o sistema categorial, ou seja, criamos categorias.

A título de esclarecimento, como explica Minayo (2003), empregamos as categorias para se estabelecer classificações dos dados. Trabalhar com categorias nada mais é agrupar os conceitos ou termos que estão diretamente intrínsecos a um conceito mais amplo. Dessa forma, neste estudo, chegamos a duas categorias centrais, a saber:

- 1) Prática pedagógica desenvolvida pelos professores de física, participantes da pesquisa;
- 2) Potencialidades de mediação e apropriação das Histórias em Quadrinhos em quanto recurso metodológico, com base nas significações desenvolvidas pelos professores investigados.

Vale acrescentarmos que nos processos de produção e análise de dados para realização deste estudo, trabalhamos em três etapas, conforme apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Esboço das etapas/encontros formativos e suas ações.

ETAPAS/ENCONTROS	Data		Ações
1º	02/2021		Aplicação de questionário (pré-teste) para identificação da prática pedagógica desenvolvida pelos professores participantes da pesquisa.
2º	03/2021		Aplicação do produto educacional com a utilização das Histórias em Quadrinho como recurso metodológico envolvendo os conceitos da óptica geométrica, a partir de situações-problema, como possibilidade de mediação e apropriação desses conceitos.
4º	03/2021		✓ Aplicação de questionário (pós-teste) para Analisar as potencialidades de mediação e apropriação das Histórias em

			Quadrinhos em quanto recurso metodológico, com base nas significações desenvolvidas pelos professores investigados.
--	--	--	---

Fonte: O próprio autor (2021).

4.5 Produto Educacional

O produto educacional - AS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS E SUAS PONTENCIALIDADES NA MEDIAÇÃO DO CONCEITO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA NO ENSINO MÉDIO – será apresentado no (APÊNDICE B) desta pesquisa, onde buscaremos explicar passo a passo o movimento de produção e de desenvolvimento da sequência didática, mediada pela utilização de Histórias em Quadrinhos, a fim de que o professor possa aplicar em sala de aula, podendo, portanto, fazer as adaptações conforme a realidade escolar em que seus alunos estão inseridos.

O tema escolhido para ser abordado foi à óptica geométrica, por se tratar de um fenômeno de suma importância no entendimento da física e muito comum no cotidiano dos alunos. Nesse sentido, espera-se a partir das Histórias em Quadrinhos, proporcionar aos alunos o reconhecimento e apropriação desse tema no seu dia-a-dia e promover a sensibilidade e o interesse para a apreensão do mesmo. Assim, este Produto Educacional visa disponibilizar aos professores uma estratégia didática diferenciada que possa superar os meios tradicionais de ensino da física e que facilite a apropriação do conhecimento físico com os alunos do ensino médio.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Consolidada a aplicação do Produto Educacional - AS HISTÓRIA EM QUADRINHOS E SUA PONTENCIALIDADES NA MEDIAÇÃO DO CONCEITO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA NO ENSINO MÉDIO, nesta seção buscamos analisar e discutir os dados empíricos produzidos a partir das técnicas e instrumentos: questionário (pré-teste), o próprio Produto Educacional (teste) e o questionário (pós-teste), com o objetivo de respondermos a questão problema deste estudo: Quais as potencialidades da criação de Histórias em Quadrinhos, sob a intervenção do professor, mediar o processo ensino e aprendizagem dos conceitos envolvendo a óptica geométrica na educação básica?

Para isso, para melhor apreendermos o objeto de estudo - Histórias em Quadrinhos como possibilidade de mediação e apropriação dos conceitos envolvendo a óptica geométrica, reafirmamos que os dados empíricos foram organizados em duas categorias: 1) Prática pedagógica desenvolvida pelos professores de física, participantes da pesquisa; 2) Potencialidades de mediação e apropriação das Histórias em Quadrinhos em quanto recurso metodológico, com base nas significações desenvolvidas pelos professores investigados.

5.1 Prática pedagógica desenvolvida pelos professores de física, participantes da pesquisa

Especificamente sobre os dados que originaram a categoria Prática pedagógica desenvolvida pelos professores de física, participantes da pesquisa, foram produzidos a partir da aplicação do questionário/pré-teste (APÊNDICE A), constituído de 5 questões abertas. Foi produzido no formato de formulários Google, como já justificado anteriormente, em consequência da pandemia causada pela Covid-19.

Assim devemos analisar os dados sem que haja interferência de ordem pessoal, segundo Minayo:

“No momento concreto da interpretação dos dados, o sentido da totalidade se refere ao nível das determinações como ao recurso interpretativo pelo qual se busca descobrir as conexões que a experiência empírica mantém com o plano das relações essenciais” (MINAYO, p.232, 2004).

Conforme mencionado no Quadro 1, a aplicação do referido questionário ocorreu no mês de fevereiro de 2021, sendo disponibilizado na plataforma formulários Google, durante todo o mês. É importante destacar que todos os participantes (10) da pesquisa responderam o questionário. Com a pretensão de facilitarmos a análise e discussão dos dados produzidos, estes serão apresentados de acordo com a estrutura do questionário (pré-teste), em que detalharemos cada questão.

1 - Há quantos anos você exerce a docência no ensino de física na educação básica? E, especificamente, no ensino médio?

Quadro 2 – Respostas dos professores à questão 1 do questionário (pré-teste)

Professor (a)	Resposta
PF1	8 anos
PF2	12 anos
PF3	25 anos
PF4	6 anos
PF5	12 anos
PF6	10 anos
PF7	16 anos
PF8	9 anos
PF9	15 anos
PF10	17 anos

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Como base na pesquisa (pré-teste) constatamos os sujeitos da pesquisa são profissionais experientes na docência do ensino de física, com no mínimo 5 anos de docência em física no ensino médio.

2 - Considerando o contexto da sua prática pedagógica, vivenciada no ensino de física, quais as suas maiores dificuldades?

Quadro 3 – respostas da questão 2.

Professor (a)	Respostas
PF1	Buscar o embasamento físico e matemático de séries anteriores como suporte para o ensino de novos conteúdos.
PF2	A maioria dos alunos possuem um receio muito grande antes mesmo de ter um contato com a Física. Por vezes a parte matemática também se torna um empecilho, pois muitos acham que Física é a mesma coisa que matemática, mas como sabemos, essas áreas são apenas complementares.
PF3	Atrair a atenção dos alunos aos fenômenos físicos e associados de forma prática ao dia dia.
PF4	Ensinar os alunos a interpretar questões, com o modelo do Enem contextualizado os alunos têm que melhorar a interpretação.
PF5	A principal dificuldade que encontro é encaixar as diferente metodologia de ensino para cada perfil de estudante
PF6	Aprender não só decorar fórmulas
PF7	A maior dificuldade no ensino aprendizagem de Física é a quantidade de horas-aulas semanais, base matemática, além de vencer a barreira que os alunos impõe sobre a disciplina ser considerada difícil, causando uma falta de interesse.
PF8	Falta de base matemática dos alunos, desinteresse por Ciências, falta de ferramentas para aplicações práticas do conteúdo abordado.
PF9	Aplicar metodologias que prendam a atenção dos alunos e os envolvam no seu dia a dia.
PF10	

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Nesta questão buscamos entender as dificuldades encontradas pelos professores para o ensino de física. Ficando evidente que para a maioria dos participantes a aproximação dessa disciplina com a matemática, e a visão distorcida

dos alunos sobre a disciplina, são umas das dificuldades encontradas pelos professores. Segundo BRASIL (2000 apud Assis, 2018, p. 2, p. 3)

“[...] é necessário que os conhecimentos relativos à física sejam tratados e entendidos como instrumentos para a compreensão do mundo, de forma que os seus conteúdos possam ser trabalhados de modo a enfatizar os seus significados no sentido de transcender a sua dimensão pragmática, com o objetivo de preparar o estudante para lidar com as situações que vivencia ou mesmo que possa vir a vivenciar. E esse enfoque, inserido em um contexto mais amplo, pode viabilizar a formação do aluno enquanto indivíduo crítico e reflexivo”.

3 - Para o desenvolvimento de suas aulas, você faz o planejamento? Senão, como você organiza suas aulas?

Quadro 4 – respostas da questão 3

PF1	Planejamento de acordo com o livro didático adotado pela instituição.
PF2	Faço um planejamento semanal, mas geralmente temos que fazer certos ajustes, pois algumas turmas não assimilam o conteúdo da mesma forma.
PF3	Faço planejamento
PF4	Planejamento semana, mensal e semestral.
PF5	Sim. Faço o planejamento primeiro definindo o objetivo da aula, duração e os recursos disponíveis.
PF6	Sim, de acordo com o livro didático adotado pela instituição.
PF7	Sim, faço o planejamento.
PF8	Sim, faço planejamento.
PF9	Sim, realizo planejamento bimestral.
PF10	Sim, faço o planejamento de todas as aulas.

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Essas contratações revelam que 100% dos participantes da pesquisa sabem da importância da realização do planejamento o planejamento para o desenvolvimento de suas aulas, o que corrobora com Fusari, (1990, p. 47):

Nada substitui a tarefa de preparação da aula em si. Cada aula é um encontro curricular, no qual, nó a nó, vai-se tecendo a rede do currículo escolar proposto para determinada faixa etária, modalidade ou grau de ensino. Também aqui vale reforçar que faz parte da competência teórica do professor, e dos seus compromissos com a democratização do ensino, a tarefa cotidiana de preparar suas aulas, o que implica ter claro, também, que é o seu aluno, o que pretende com o conteúdo, como inicia rotineiramente suas aulas, como as conduz e se existe a preocupação com uma síntese final do dia ou dos quarenta ou cinquenta minutos vivenciados dura a hora-aula. A aula, no contexto da educação escolar, é uma síntese curricular que concretiza, efetiva, constrói o processo de ensinar e aprender.

4 - Ao considerar a sua prática pedagógica, quais metodologias (estratégias de ensino), você utiliza em sala de aula? Explique como você trabalha.

Quadro 5: respostas dos professores para pergunta 4.

Professor (a)	Resposta
PF1	Aula expositiva e dialogada, adotando a prática de trazer aplicabilidade dos fenômenos físicos em exemplos do cotidiano e citá-los em situações-problema.
PF2	Como a disciplina que ministro é Física, sempre procuro fazer analogias com os acontecimentos do dia a dia, perguntando aos alunos como aplicar os conhecimentos aprendidos em sala de aula no seu cotidiano.
PF3	Introdução do conteúdo com questionários sobre o assunto a ser ministrando. De acordo com as respostas dos alunos vou fazendo o "gancho" e ministrando o assunto. Após a explanação faço os exercícios de fixação

PF4	Aula didática, mostrando a física além da sala de aula, motivando o aluno a não ver a física só como um disciplina de exatas
PF5	As principais estratégias que utilizo são de aulas lúdicas e práticas, auxiliam bastante no processo de aprendizado dos alunos
PF6	Aulas expositivas e discursivas; leitura de textos científicos a cerca dos conteúdos.
PF7	Recursos multimídia, exposição oral, interações pergunta/resposta, exemplos de aplicações...etc.
PF8	Aulas expositivas e dialogadas.
PF9	Exposição oral e escrita em quadro branco e quando necessário slides.
PF10	Ainda utilizo muita a exposição do conteúdo com o acompanhamento do livro didático, mas as vezes trabalho a confecção de experimentos para os alunos apresentarem em sala de aula.

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Nessa questão percebemos que os professores possuem varias práticas pedagógicas, Nas palavras de Libâneo (2011, p. 88),

numa formulação sintética, boa didática significa um tipo de trabalho na sala de aula em que o professor atua como mediador da relação cognitiva do aluno com a matéria. Há uma condução eficaz na aula quando o professor assegura, pelo seu trabalho, o encontro bem sucedido entre o aluno e a matéria de estudo. Em outras palavras, o ensino satisfatório é aquele em que o professor põe em prática e dirige as condições e os modos que asseguram um processo de conhecimento pelo aluno.

O autor mostra o papel do professor como mediador, e como uma prática pedagógica bem definida é capaz de direcionar o aluno a apropriação do conhecimento.

5 - Comente sobre a sua formação inicial (licenciatura em física). Na sua concepção, esta formação contribuiu ou não para você desenvolver uma prática pedagógica de forma que os alunos atribuam e se sintam motivados a aprender os conceitos trabalhados na física do ensino médio? Por quê?

Quadro 6 – resposta da questão 5

Professor	Resposta
PF1	Durante a formação acadêmica a prática pedagógica não disponibilizou estratégias possíveis para facilitar o processo ensino-aprendizagem. A instituição não deu suporte para desenvolver metodologias de acordo com a evolução do cenário educacional.
PF2	A formação de licenciatura sem dúvidas ajudou muito na minha formação como professor. A maioria das práticas pedagógicas aprendidas na universidade são extremamente eficazes em sala de aula.
PF3	Sim. A formação pedagógica contribuiu na formação de um conceito físico por parte do alunado. Que vai desde uma definição até uma análise e associação com uma situação - problema.
PF4	Contribui muito além de mostrar tudo que aprendemos na Universidade ainda tem o fato da responsabilidade e do gostar de ministrar aulas tudo isso devo a Universidade tudo o que aprendi
PF5	Na verdade minha formação inicial foi bacharelado em física e só após a licenciatura. A formação em licenciatura me proporcionou na aproximação da sala de aula e dos alunos
PF6	Sim, as práticas vista na licenciatura me ajudou nas minhas práticas pedagógicas.
PF7	A licenciatura me aproximou da sala de aula e dos alunos
PF8	A formação que obtive durante a licenciatura me ajudou em partes na minha prática pedagógica.

PF9	Apreendi algumas práticas que me ajudaram a em sala de aula.
PF10	Me ajudou a forma a minha prática pedagógica.

Fonte: Dados provenientes da pesquisa

Dias do exposto, fica constatado que para a maioria dos professores participantes da pesquisa, sua formação inicial (licenciatura em física) contribuiu para desenvolver uma prática pedagógica de forma que os alunos atribuam e se sintam motivados a aprender os conceitos trabalhados na física.

5.2 As potencialidades de mediação e apropriação das Histórias em Quadrinhos em quanto recurso metodológico, com base nas significações desenvolvidas pelos professores investigados.

Após a análise da prática pedagógica desenvolvida pelos professores de física, aplicamos via remota, o Produto Educacional - AS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS E SUAS PONTENCIALIDADES NA MEDIAÇÃO DO CONCEITO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA NO ENSINO MÉDIO.

A aplicação do Produto Educacional aos 10 professores participante aconteceu no mês de março de 2021, por meio de uma sequência didática com a utilização das Histórias em Quadrinhos como ferramenta mediadora para ensino da óptica geométrica com um total de seis aulas, dando destaque às suas potencialidades, destacando os seus objetivos e comandos necessários à sua utilização.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Primeiro encontro formativo (2 aulas): Neste encontro formativo, o professor deve solicitar aos alunos que respondam um questionário semiestruturado, a fim de se reconhecer os conhecimentos prévios dos alunos acerca dos conceitos sobre espelhos esféricos e refração luminosa.

EXEMPLO DE QUESTIONÁRIO PARA IDENTIFICAÇÃO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Nome: _____ Data: _____

Responda as questões com atenção, explicitando de forma clara seu pensamento sobre os assuntos abordados.

QUESTÃO 1

Imagine-se na janela de um apartamento situado no 10º andar de um edifício. No solo, um carpinteiro bate um prego numa tábua. Primeiro você enxerga a martelada, para depois de certo intervalo de tempo escutar o ruído correspondente. Qual a explicação física para esse fato? Justifique.

QUESTÃO 2

Considere a seguinte citação, extraída de um livro de Física: “Quando contemplamos o céu numa noite de tempo bom, recebemos das estrelas um relato do passado”. Utilizando argumentos científicos, comente o pensamento do autor.

QUESTÃO 3

Leia atentamente o texto abaixo: “O último eclipse total do Sol neste século (XX) para o hemisfério sul aconteceu na manhã de 3 de novembro de 1994. Faltavam 15 minutos para as 10 h, na cidade de Foz do Iguaçu, no Paraná. Em qualquer dia normal, o sol da primavera já estaria brilhando bem acima do horizonte, mas esse não foi um dia normal (...) Durante o eclipse, a gigantesca sombra, com 200 km de diâmetro, progrediu a 3000 km por hora do Oceano Pacífico para a América do Sul. Entrou no Brasil por Foz do Iguaçu e saiu para o Oceano Atlântico, sobre a divisa

dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.” (Revista Superinteressante, ano 8, n. 10.)

Com base em seus conhecimentos e nas informações contidas no texto, em que fase da Lua (lua cheia, lua minguante, lua nova ou lua crescente) ocorre o eclipse total do Sol?

QUESTÃO 4

A figura apresenta a obra de litogravura “Mão com esfera refletora” (1935), do artista gráfico holandês Maurits Cornelis Escher (1898–1972), que se representou por uma imagem refletida em uma esfera.

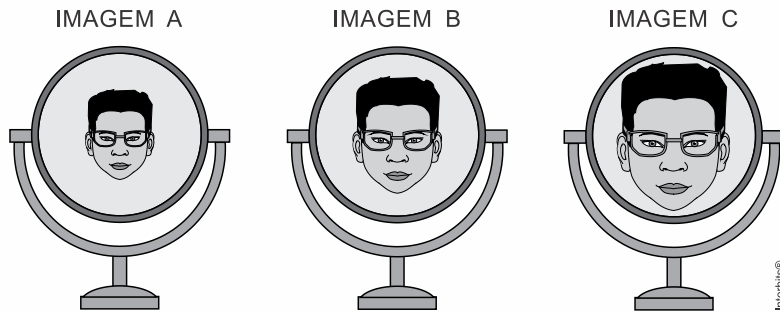


<<https://tinyurl.com/yardzola>> Acesso em: 15.10.2018.

Sendo o artista o objeto refletido na superfície dessa esfera, podemos classificar essa superfície com um espelho côncavo? Justifique.

QUESTÃO 5

Quando entrou em uma ótica para comprar novos óculos, um rapaz deparou-se com três espelhos sobre o balcão: um plano, um esférico côncavo e um esférico convexo, todos capazes de formar imagens nítidas de objetos reais colocados à sua frente. Notou ainda que, ao se posicionar sempre a mesma distância desses espelhos, via três diferentes imagens de seu rosto, representadas na figura a seguir.

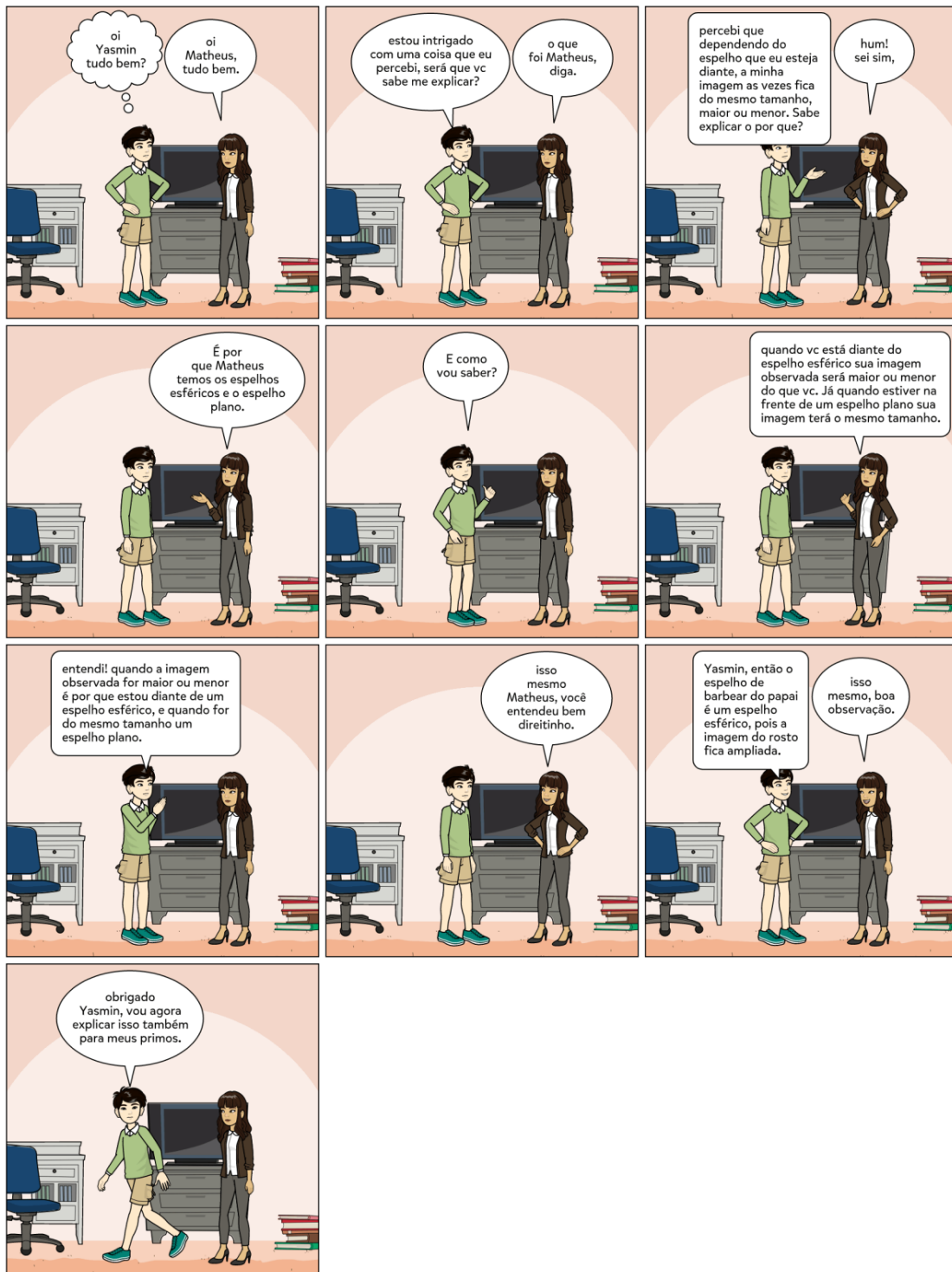


Em seguida, associou cada imagem vista por ele a um tipo de espelho e classificou-as quanto às suas naturezas.

Qual dos espelhos seria o convexo? Justifique.

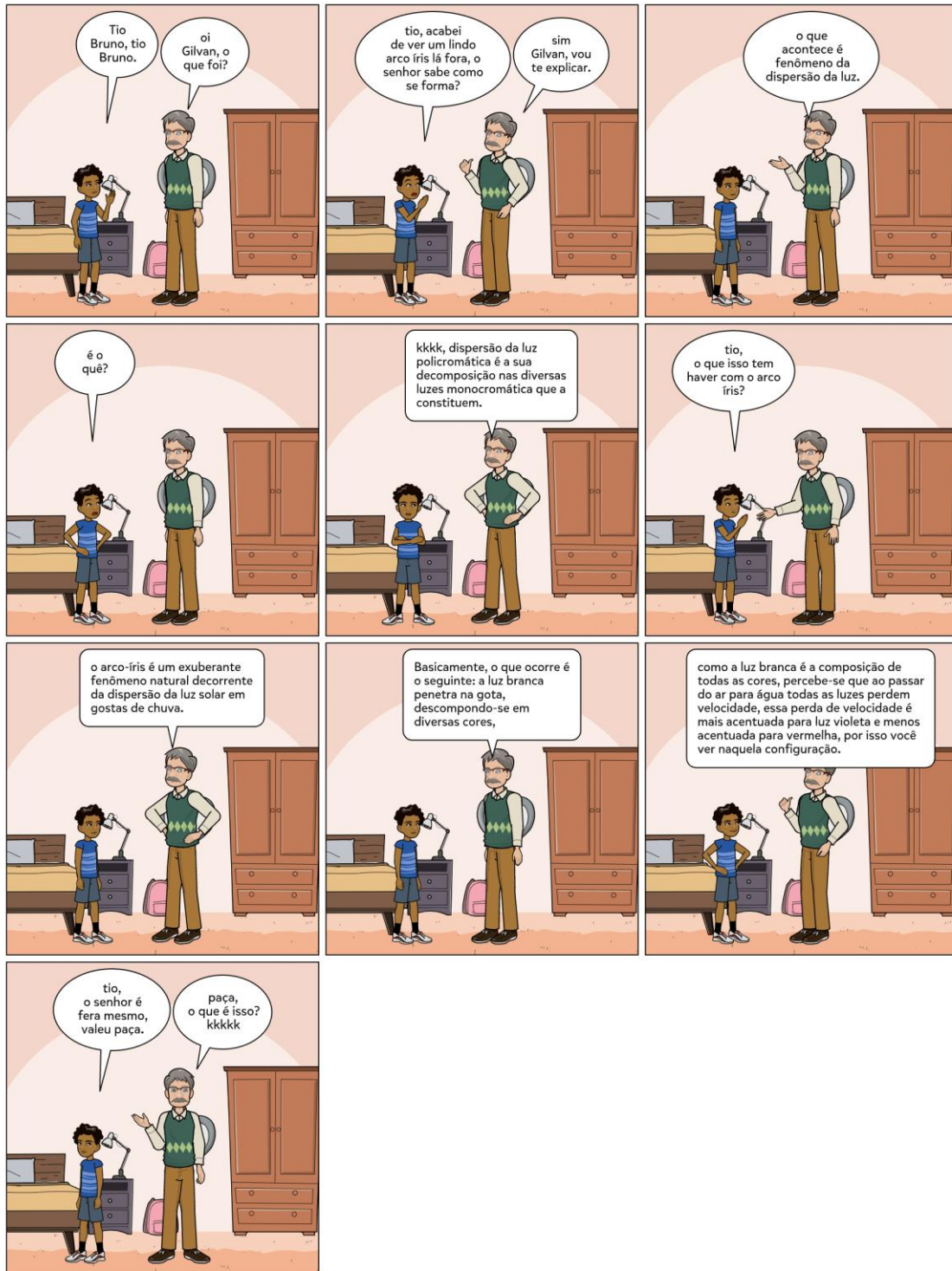
Segundo encontro formativo (2 horas-aulas): Neste encontro sugerimos ao professor que faça uma discussão e explicação sobre a utilização das Histórias em Quadrinho como ferramenta mediadora para ensino de física, dando destaque às suas potencialidades, destacando os seus objetivos e comandos necessários à sua utilização. Após as explicações o professor deverá fazer a divisão da turma em dois grupos, e entregará para cada grupo uma História em Quadrinho, e depois será trocada com o outro grupo. Nesse momento os alunos em grupos deverão analisar e realizar uma discussão a respeito da utilização das Histórias em Quadrinhos com a interação do professor. Este é um momento muito importante para a expansão das zonas de desenvolvimento proximal e equalização dos conhecimentos prévios, questionamento das ideias de senso comum e que podem se constituir como concepções alternativas, de modo a se preparar o alicerce para os conceitos a serem ensinados.

HISTÓRIA EM QUADRINHO 1: ESPELHOS ESFÉRICOS



Fonte: o próprio autor.

HISTÓRIA EM QUADRINHOS 2: ARCO-ÍRIS



Fonte: o próprio autor.

Terceiro encontro formativo (2 horas-aulas): Neste último encontro formativo, o professor poderá aplicar um questionário semiestruturado/pós-teste como questões abertas, para identificar as significações produzidas pelos alunos no desenvolvimento desta Sequência Didática (Produto Educacional) envolvendo os conceitos da Óptica Geométrica, mediada pelas Histórias em Quadrinho, assim, fazer uma avaliação da mesma. E também poderá pedir para seus alunos criarem histórias em quadrinhos de algum tema já trabalhando em sala de aula.

Após aplicação do trabalho dessa pesquisa realizamos um questionário pós-teste (APÊNDICE C), temos então alguns relatos dos professores em relação à utilização das Histórias em quadrinhos para o ensino de física.

PROFESSOR PF1: “Às vezes nossas explicações apenas com quadro e pincel deixa os fenômenos físicos muito abstratos para a compreensão dos alunos, então lendo uma história, que pode muito bem acontecer no nosso cotidiano, podem perceber o quão perto a Física está”.

PROFESSOR PF2: “É uma ferramenta facilitadora principalmente nas primeiras séries de Física que torna o aprendizado mais atraente aos alunos”

PROFESSOR PF3: “Uma ferramenta que trabalha o conteúdo de forma agradável e de simples aplicação, colocando o aluno como coadjuvante no aprendizado”

PROFESSOR PF4: “As histórias em quadrinhos são uma excelente ferramenta para as aulas. Os alunos gostam muito e elas têm um grande potencial no processo ensino aprendizagem”.

PROFESSOR PF5: “Ótima ferramenta para sala de aula”

PROFESSOR PF6: “É inegável a necessidade de integrar diferentes linguagens nas aulas em todos os níveis de ensino”

PROFESSOR PF7: “A utilização de histórias em quadrinhos no ensino da disciplina pode ser de grande valia, uma vez que as mesmas apresentam uma forma de comunicação visual e verbal e ainda que muitas abordem temas relacionados aos conteúdos trabalhados em sala de aula”

PROFESSOR PF8: “A escolha que da proposta de uso de histórias em quadrinhos para o ensino, busca romper com a metodologia centrada apenas no livro didático como fonte de informação e reflexão a respeito da História no processo ensino-aprendizagem, buscando então, possibilidades de tornar o

trabalho em sala de aula mais prazeroso tanto para o aluno como para o professor”.

Os relatos dos professores corroboram as potencialidades que o emprego das histórias em quadrinhos traz como recurso didático na escola. Para Calazans (2008)

As HQs são um divertimento com o qual os jovens e adolescentes estão familiarizados e que prendem sua atenção pelo prazer, sendo o seu primeiro contato com linguagens plásticas desenhadas e com narrativas, iniciando seu contato com a linguagem cinematográfica e a literatura; podem ser empregadas como estímulo de aprendizagem trazendo o conteúdo programático à realidade palpável do aluno. (CALAZANS, p.33, 2008).

Percebemos como essa ferramenta pode auxiliar no ensino de física em todos os níveis de ensino, e com a utilização das Histórias em Quadrinhos podemos potencializar o ensino de física, independente de qual seja o conteúdo a ser ministrado. Esperamos que muitos docentes façam uso de nosso material e se sintam satisfeitos com a nossa sugestão.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa visou responder a seguinte questão norteadora (problema da pesquisa) Quais as potencialidades da criação de Histórias em Quadrinhos, sob a intervenção do professor, mediar o processo ensino e aprendizagem dos conceitos envolvendo a óptica geométrica na educação básica?

Nesse sentido, a partir das análises e pesquisas ao longo do curso de mestrado, o contato com a teoria histórico-social despertou o interesse por conhecer mais sobre as contribuições de Vygotsky para a educação. Com o aprofundamento no tema percebeu-se a importância da contextualização dos conteúdos abordados com o cotidiano dos alunos.

A partir da ideia de que todo conhecimento é construído historicamente a partir de experiências sociais, percebeu-se que a utilização de ferramentas alternativas que proporcionem uma maior aproximação entre os sujeitos envolvidos no processo de ensino aprendizagem é extremamente importante.

Com esse propósito definiu-se como objetivo geral dessa pesquisa investigar as potencialidades das Histórias em Quadrinhos, sob a intervenção do professor, mediar o processo ensino e aprendizagem da óptica geométrica na educação básica. Sabendo de tal complexibilidade esse mesmo objetivo, foi dividido em objetivos específicos: reconhecer a prática pedagógica desenvolvida pelos professores de física da educação básica de escolas de Teresina-PI, para complementar o primeiro objetivo foi aplicado um questionário chamado de pré-teste, no qual foram diagnosticadas as dificuldades encontradas pelo professor no ensino de física, e suas metodologias e recursos utilizados em sala de aula, o segundo objetivo foi contemplando com a aplicação do produto educacional “AS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS E SUAS PONTENCIALIDADES NA MEDIAÇÃO DO CONCEITO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA NO ENSINO MÉDIO”, os professores perceberam que o recurso metodológico poderá ajudar seus alunos na compreensão e apropriação dos conceitos físicos.

Levando em conta as significações desenvolvidas pelos professores investigados, percebemos como essa ferramenta pode auxiliar no ensino de física em todos os níveis de ensino, e com a utilização das Histórias em Quadrinhos podemos potencializar o ensino de física, independente de qual seja o conteúdo a ser ministrado.

Esse produto educacional também poderá promover maior interação entre os alunos. Pois o professor poderá fazer utilização de grupos de alunos em sala de aula, a fim de explorar as Histórias em Quadrinhos, fazendo com que eles possam fazer as suas próprias Histórias em Quadrinho, gerando uma interação maior entre eles. Esperamos que muitos docentes façam uso de nosso material e se sintam satisfeitos com a nossa sugestão.

7 REFERÊNCIAS

ALARCÃO, Isabel (org.). **Escola reflexiva e nova racionalidade**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

Bing.com. Disponível em <https://www.bing.com/images/acessado> em 25/06/2019

BONJORNO, J. R., BONJORNO, R. F. S. A., BONJORNO, V., RAMOS, C. M., PRADO, E. P. e CASEMIRO, R. **Física: terminologia, óptica, ondulatória**, 2º ano, 2. Ed. São Paulo: FTD, 2013.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. LDB nº 9394, de 20/12/96. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Ministério da Educação e do Desporto. Brasília, 1996.

BRASIL. **Ministério da Educação e Cultura. Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf. Acesso em: 22 nov. 2018.

BRASIL. PCN+ Ensino Médio: **Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, matemática e suas tecnologias. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

BRASIL. PCN+ Ensino Médio. **Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2018.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Parte III: **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEF, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2018.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Física**. 2. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

BRENELLI, Rosely Palermo. **O jogo como espaço para pensar**. A construção de noções lógicas e aritméticas-Campinas, São Paulo. Papyrus, 1996; Campinas SP, 2000. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação, UNICAM.

CALAZANS, F.M.A. História em quadrinhos na escola. São Paulo: Paulus, 2008.

Doutorado. Campinas, SP. Faculdade de Educação, UNICAMP, 2000. FARIA, Mariana de Oliveira. **A teoria histórico-cultural e a brincadeira: (re)pensando a educação infantil a partir dos autores contemporâneos**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, 2016.

FUSARI, J.C. O planejamento do trabalho pedagógico: algumas indagações e tentativas de resposta. Ln: **A construção do projeto de ensino e a avaliação**. São Paulo: FDE, 1990. (Série Idéias,8)

GASPAR, A. **Atividades Experimentais no ensino de física** – Uma nova visão baseada na teoria de Vigotski. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

GASPAR, A. **Compreendendo a Física** – Volume 2, pag. 184 2ª edição, São Paulo, 2013.

GRANDO, R. C. **O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula**. Tese de HICKMANN, Adolfo Antonio. **As relações interpessoais na perspectiva de Vigotski**. Dissertação (Mestrado em educação). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

HALLIDAY, D.; WALKER, J.; RESNICK, R. **Fundamentos de Física. 8ª ed.**, Rio de Janeiro: LTC, 2009.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física** – Volume 4. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

HELOU, D.; GUALTER, J. B.; NEWTON, V. B. **Tópicos de Física**. 1º edição, Vol. 2. São Paulo, Saraiva, 2010.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos de metodologia científica. 5. ed. Atlas, São Paulo, 2003.

LEONTIEV, A. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa: Livros Horizonte, 1978.

LUIZ, A. M; GOUVEIA, S. L, **óptica e física moderna**. Vestselser, Ceará, 2006.

MACIEL, Lizete Shizue Bomura; NETO, Alexandre Shigunov. **A educação brasileira no período pombalino: uma análise histórica das reformas pombalinas do ensino**. Pontifícia Universidade Católica-SP - Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2015. Disponível em:< <https://www.scielo.br/j/ep/a/7bqbrBdvs3tHHHFg36c6Z9B/?lang=pt>>. Acesso em 23 mar 2021.

MARENGÃO, Luiz Angelo. **O ensino de física no ensino médio: Descrevendo um experimento didático na perspectiva histórico-cultural**. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Mestrado em Educação, Goiânia, 2011.

MARINHO, Fabiana da Silva. **Zona de desenvolvimento próximo [recurso eletrônico: uma análise das produções científicas sobre a apropriação do conceito**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2018.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física – Volume 2**. 1ª ed. São Paulo: Scipione, 2012.

MEINERZ, Carla Beatriz. Estágios de docência e PIBID: **impactos inimagináveis no campo do Ensino de História**. Revista Latino-Americana de História, São Leopoldo, v. 2, n. 6, p. 223-234, ago. 2013 – Edição Especial.

MINAYO, M. C. de S. (org.). **Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade**. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2003.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento; pesquisa qualitativa**. 8. ed. São Paulo: HUCITEC-BRASCO, 2004.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa crítica**. Instituto de Física da UFRGS. Porto Alegre, 2010.

MOREIRA, M. A. **O mestrado (profissional) em ensino**. Revista Brasileira de Pós-Graduação, Brasília, v. 1, n. 1, p. 131-142, jul. 2004.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica 4: Ótica, Relatividade e Física Quântica**. São Paulo: E. Blücher, 1998.

RAYMUNDO, Gislene Miotto Catolino. **Os princípios da modernidade nas práticas educativas dos jesuítas**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 1998.

ROSA, Álvaro Becker da; ROSA, Cleci Teresinha Werner da. **A teoria histórico-cultural e o ensino da física**. Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653). Disponível em: <<https://rieoei.org/historico/deloslectores/654Werner108.PDF>>. Acesso em 12 Fev 2021.

SANTANNA, Alexandre; NASCIMENTO, Paulo Roberto. **A história do lúdico na educação**. Florianópolis, Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view>>. Acesso em: 04 fev. 2021.

SANTOS, Lucio José Braga dos. **Ensino de física e cinema de ficção científica: possibilidades didático-pedagógicas de ensino e aprendizagens**. Tese (Doutorado). Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Escola de Formação de Professores e Humanidades, Goiânia, 2019.

PRESTES, Z; TUNES, E; NASCIMENTO, R. Lev Semionovitch Vigotsi: Um estudo da vida e da obra do criador da psicologia Histórico-Cultural. In: LONGAREZI, A. M; PUENTES, R. V. **Ensino desenvolvimental: vida, pensamento e obra dos principais representantes russos**. Uberlândia: EDUFU, 2017. p. 59 – 79.

PINTO, Wilma Luiza. **Avaliação da aprendizagem na perspectiva do sujeito histórico cultural**. Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Goiânia, 2016

TIPLER, PAUL A. e MOSCA, GENE, **FÍSICA para Cientistas e Engenheiros**, Volume 2 Eletricidade e Magnetismo, Óptica, Ed. LTC, Rio de Janeiro, 2009

VAN DER VEER, R.; VALSINER, J. Vygotsky: uma síntese. 4. ed. São Paulo: Loyola, 2001.

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

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

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

VYGOTSKY, L. S. **Imaginação e criação na infância: ensaio psicológico**: livro para professores/ Lev Semionovich Vigotski; apresentação e comentários Ana Luiza Smolka; tradução Zoia Prestes, 2ªed. São Paulo: Ática, 2009.

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

YOUNG, H D.; FREEDMAN, R A., **FÍSICA IV - ÓTICA E FÍSICA MODERNA**, 14a ed. São Paulo, Pearson, 2016.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física IV - Ótica e Física Moderna**. 12ª ed. São Paulo: Addison Wesley, 2009.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE, COM O OBJETIVO DE RECONHECER A PRÁTICA PEDAGÓGICA DESENVOLVIDA PELOS PROFESSORES DE FÍSICA.

Nome: _____ Data: _____

Responda as questões com atenção, explicitando de forma clara seu pensamento sobre os assuntos abordados.

QUESTÃO 1

Há quantos anos você exerce a docência no ensino de física na educação básica? E, especificamente, no ensino médio?

QUESTÃO 2

Considerando o contexto da sua prática pedagógica, vivenciada no ensino de física, quais as suas maiores dificuldades?

QUESTÃO 3

Para o desenvolvimento de suas aulas, você faz o planejamento? Senão, como você organiza suas aulas?

QUESTÃO 4

Ao considerar a sua prática pedagógica, quais metodologias (estratégias de ensino), você utiliza em sala de aula? Explique como você trabalha.

QUESTÃO 5

Comente sobre a sua formação inicial (licenciatura em física). Na sua concepção, esta formação contribuiu ou não para você desenvolver uma prática pedagógica de forma que os alunos atribuam e se sintam motivados a aprender os conceitos trabalhados na física do ensino médio? Por quê?

APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL

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

PRODUTO EDUCACIONAL

**AS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS E SUAS PONTENCIALIDADES NA
MEDIÇÃO DO CONCEITO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA NO ENSINO MÉDIO**

AUTOR: Danilo dos Reis Galdino

ORIENTADOR: Prof. Dr. Neuton Alves de Araújo

**TERESINA
2022**

1 INTRODUÇÃO

O produto educacional a seguir contém uma sequência didática com a atualização das Histórias em Quadrinhos (HQ) elaborada para auxiliar o professor no ensino da óptica geométrica. Esse produto educacional trata-se de parte do Trabalho de Conclusão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Piauí – MNPEF – Polo 26 – UFPI.

Acredita-se que com a utilização dessa ferramenta mediadora em sala de aula contribuirá para apropriação e compreensão dos conteúdos da óptica geométrica. O enredo dessas Histórias em Quadrinhos se passa em um ambiente familiar, onde acontece um diálogo em que exploram seus conhecimentos físicos relacionados aos temas descritos acima. Lembrando que o professor está livre para adaptar o conteúdo ou usá-lo da maneira que achar mais conveniente para a sua realidade em sala de aula. Esperamos que esse material seja útil para auxiliar os professores de física como um recurso metodológico para melhorar o ensino de física.

A utilização de um recurso metodológico que dinamiza o processo de ensino aprendizagem contribui para a aproximação entre os professores e os alunos. Essa aproximação é essencial para a qualidade do ensino e principalmente para o alcance dos objetivos pretendidos com o ensino de física. Com base na construção teórica analisada na dissertação de mestrado que embasou esse produto educacional, percebeu-se que as dificuldades dos professores de física podem ser superadas com a introdução de novas perspectivas de ensino.

A extensa construção teórica que se desenvolveu oportunizou a percepção da importância da consideração do contexto social do aluno para o ponto de partida do ensino. Assim, o desenvolvimento das histórias em quadrinho com o enfoque em situações que englobem a realidade dos estudantes contribui para despertar a sensibilidade dos discentes, promover o debate e a socialização de ideias e a partir desse primeiro contato o professor pode problematizar de forma contextualizada os conteúdos da disciplina, sempre destacando a participação ativa do acadêmico, na perspectiva de romper com a visão tradicional do ensino de física.

Essa estratégia ajuda a quebrar paradigmas sobre a disciplina de física, favorece o rompimento do estigma existente de que a física é uma disciplina sem sentido onde os alunos não percebem a utilidade prática da mesma no seu cotidiano. A partir dessa mudança didática os professores podem mudar a realidade de suas aulas, conquistar a atenção dos educandos e continuar a atividade docente de forma mais prazerosa e mais eficiente.

2 PÚBLICO-ALVO

Professores de física do ensino médio das escolas de Teresina-PI

3 OBJETIVO GERAL

Investigar as potencialidades das Histórias em Quadrinhos, sob a intervenção do professor, mediar o processo ensino e aprendizagem da óptica geométrica na educação básica.

4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Reconhecer a prática pedagógica desenvolvida pelos professores de física da educação básica de escolas de Teresina-PI;
- ✓ Propor aos professores a criação das Histórias em Quadrinhos envolvendo os conceitos da óptica geométrica, a partir de situações-problema, como possibilidade de mediação e apropriação desses conceitos;
- ✓ Analisar as potencialidades de mediação e apropriação das Histórias em Quadrinhos em quanto recurso metodológico, com base nas significações desenvolvidas pelos professores investigados.

5 HISTÓRIAS EM QUADRINHOS COMO FERRAMENTA FACILITADORA PARA A APRENDIZAGEM

A mais de uma década lecionando a disciplina de física em turmas de ensino médio, comecei a ter uma inquietude crescente de como obter uma ferramenta que pudesse facilitar o ensino de física no processo ensino/aprendizagem e com isso diminuir as dificuldades dos alunos em relação ao entendimento do ensino de física.

Então veio a ideia de propor Histórias em Quadrinhos de alguns temas da disciplina de física, como ferramenta pedagógica para auxiliar o professor a diminuir as dificuldades dos alunos na compreensão dos conteúdos de física.

As HQs são um divertimento com o qual os jovens e adolescentes estão familiarizados e que prendem sua atenção pelo prazer, sendo o seu primeiro contato com linguagens plásticas desenhadas e com narrativas, iniciando seu contato com a linguagem cinematográfica e a literatura; podem ser empregadas como estímulo de aprendizagem trazendo o conteúdo programático à realidade palpável do aluno. (CALAZANS, p.33, 2008).

A utilização dessa ferramenta como recurso metodológico pelo professor proporciona diversas abordagens de diferentes formas de um determinado conteúdo, à vista disso, Calazans (2008, p.17) diz que “os limites do emprego de Histórias em Quadrinhos na sala de aula são os limites da criatividade do professor”.

Entende-se, que essa ferramenta venha auxiliar no processo de ensino aprendizagem, baseando na Teoria Histórico-Cultural de Vygostky, pois se acredita que a partir da interação com os modos de criação dos colegas, suas experiências e vivências com imagens e falas relativas ao compartilhamento de compreensões e significados.

Partindo dessas discussões, sobre a relevância da utilização das Histórias em Quadrinhos em sala de aula como ferramenta para potencializar aprendizagens, será sugerida ao professor uma proposta de sequência didática que faz uso das Histórias em Quadrinhos com recurso metodológico para auxiliar o professor no ensino de Óptica Geométrica.

6 SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ENSINO DA ÓPTICA GEOMÉTRICA COM O USO DAS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS

Nesta parte do Produto Educacional, buscaremos explicar passo a passo o movimento de produção e de desenvolvimento da Sequência didática, mediada pela utilização de Histórias em Quadrinhos, a fim de que o professor possa aplicar em sala de aula, podendo, portanto, fazer as adaptações conforme a realidade escolar em que seus alunos estão inseridos.

6.1 CONTEÚDOS

Introdução sobre o estudo da Óptica Geométrica em relação ao cotidiano; como espelhos esféricos, refração luminosa, defeitos da visão, sem a aplicação direta das fórmulas. Os conteúdos escolhidos estão entre aqueles abordados no currículo escolar trabalhado pelos professores participantes da pesquisa.

6.2 DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO

Esta seção é destinada à caracterização e explicação dos aspectos metodológicos empreendidos neste estudo, ou seja, à metodologia, compreendida como o trajeto do pensamento e a prática utilizada na captação da realidade investigada (MINAYO, 2003): o objeto de estudo.

O primeiro subtópico destina-se à sua caracterização: abordagem da pesquisa. No segundo subtópico, apresentamos os participantes que contribuíram para o desenvolvimento e concretização desse estudo. Por sua vez, no terceiro subtópico, definimos as técnicas e instrumentos de produção de dados. No quarto subtópico, descrevemos e os procedimentos de análise de dados. E, por último, o Apêndice B – O Produto Educacional: A HISTÓRIA EM QUADRINHOS E SUA PONTENCIALIDADES NA MEDIAÇÃO DO CONCEITO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA NO ENSINO MÉDIO.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Primeiro encontro formativo (2 aulas): Neste encontro formativo, o professor deve solicitar aos alunos que respondam um questionário semiestruturado, a fim de se reconhecer os conhecimentos prévios dos alunos acerca dos conceitos sobre espelhos esféricos e refração luminosa.

EXEMPLO DE QUESTIONÁRIO PARA IDENTIFICAÇÃO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Nome: _____ Data: _____

Responda as questões com atenção, explicitando de forma clara seu pensamento sobre os assuntos abordados.

QUESTÃO 1

Imagine-se na janela de um apartamento situado no 10º andar de um edifício. No solo, um carpinteiro bate um prego numa tábua. Primeiro você enxerga a martelada, para depois de certo intervalo de tempo escutar o ruído correspondente. Qual a explicação física para esse fato? Justifique.

QUESTÃO 2

Considere a seguinte citação, extraída de um livro de Física: “Quando contemplamos o céu numa noite de tempo bom, recebemos das estrelas um relato do passado”. Utilizando argumentos científicos, comente o pensamento do autor.

QUESTÃO 3

Leia atentamente o texto abaixo: “O último eclipse total do Sol neste século (XX) para o hemisfério sul aconteceu na manhã de 3 de novembro de 1994. Faltavam 15 minutos para as 10 h, na cidade de Foz do Iguaçu, no Paraná. Em qualquer dia normal, o sol da primavera já estaria brilhando bem acima do horizonte, mas esse

não foi um dia normal (...) Durante o eclipse, a gigantesca sombra, com 200 km de diâmetro, progrediu a 3000 km por hora do Oceano Pacífico para a América do Sul. Entrou no Brasil por Foz do Iguaçu e saiu para o Oceano Atlântico, sobre a divisa dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.” (Revista Superinteressante, ano 8, n. 10.)

Com base em seus conhecimentos e nas informações contidas no texto, em que fase da Lua (lua cheia, lua minguante, lua nova ou lua crescente) ocorre o eclipse total do Sol?

QUESTÃO 4

A figura apresenta a obra de litogravura “Mão com esfera refletora” (1935), do artista gráfico holandês Maurits Cornelis Escher (1898–1972), que se representou por uma imagem refletida em uma esfera.

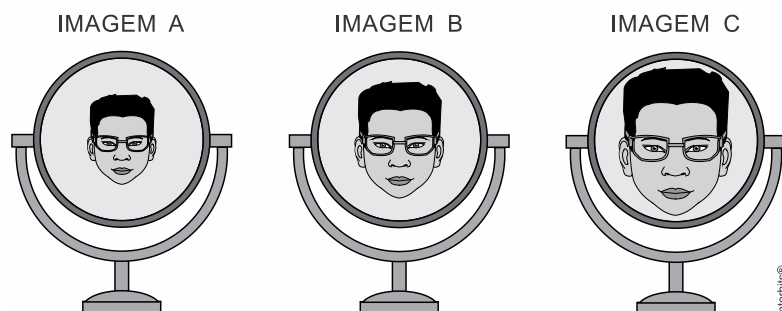


<<https://tinyurl.com/yardzola>> Acesso em: 15.10.2018.

Sendo o artista o objeto refletido na superfície dessa esfera, podemos classificar essa superfície com um espelho côncavo? Justifique.

QUESTÃO 5

Quando entrou em uma ótica para comprar novos óculos, um rapaz deparou-se com três espelhos sobre o balcão: um plano, um esférico côncavo e um esférico convexo, todos capazes de formar imagens nítidas de objetos reais colocados à sua frente. Notou ainda que, ao se posicionar sempre a mesma distância desses espelhos, via três diferentes imagens de seu rosto, representadas na figura a seguir.

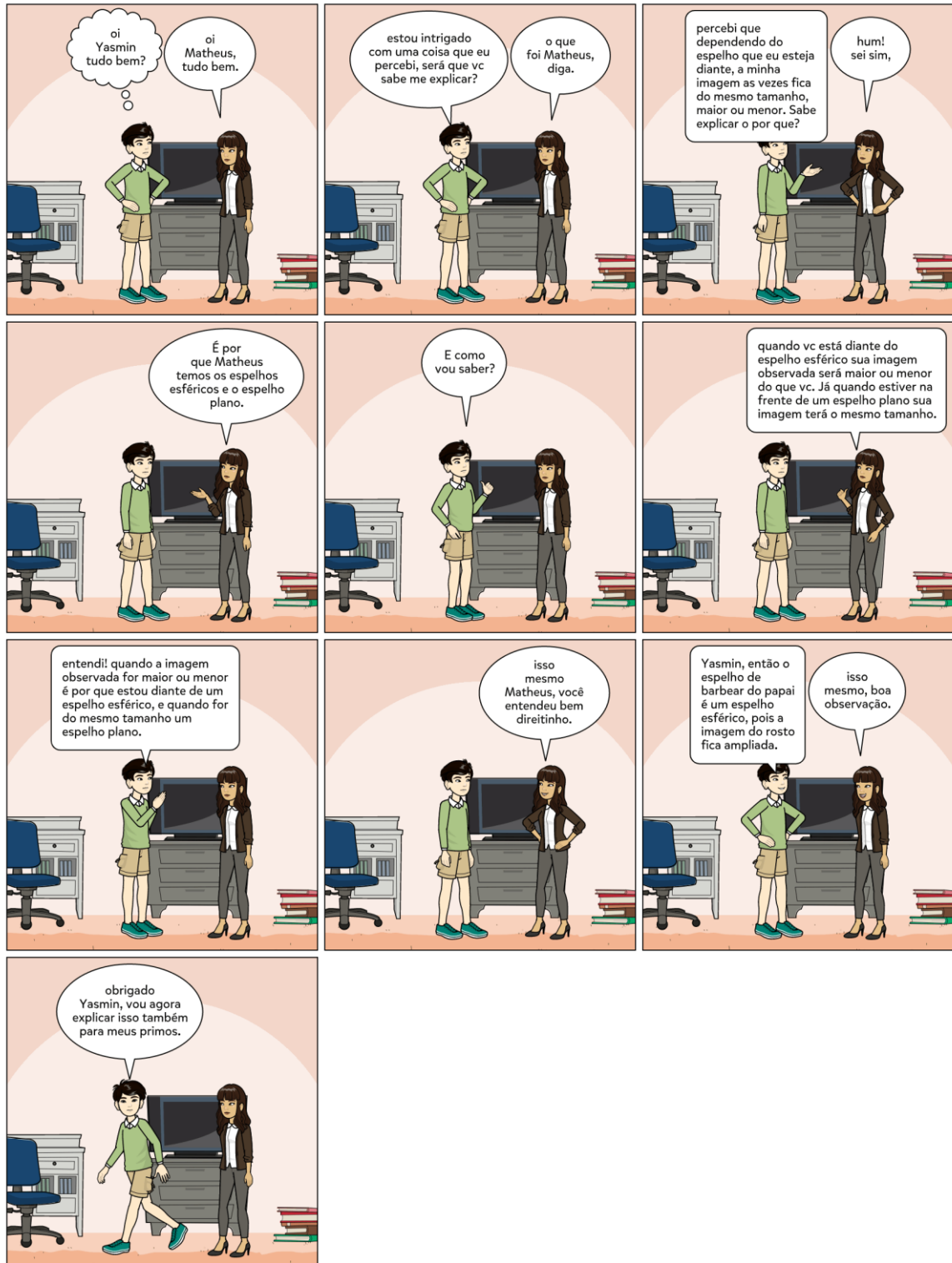


Em seguida, associou cada imagem vista por ele a um tipo de espelho e classificou-as quanto às suas naturezas.

Qual dos espelhos seria o convexo? Justifique.

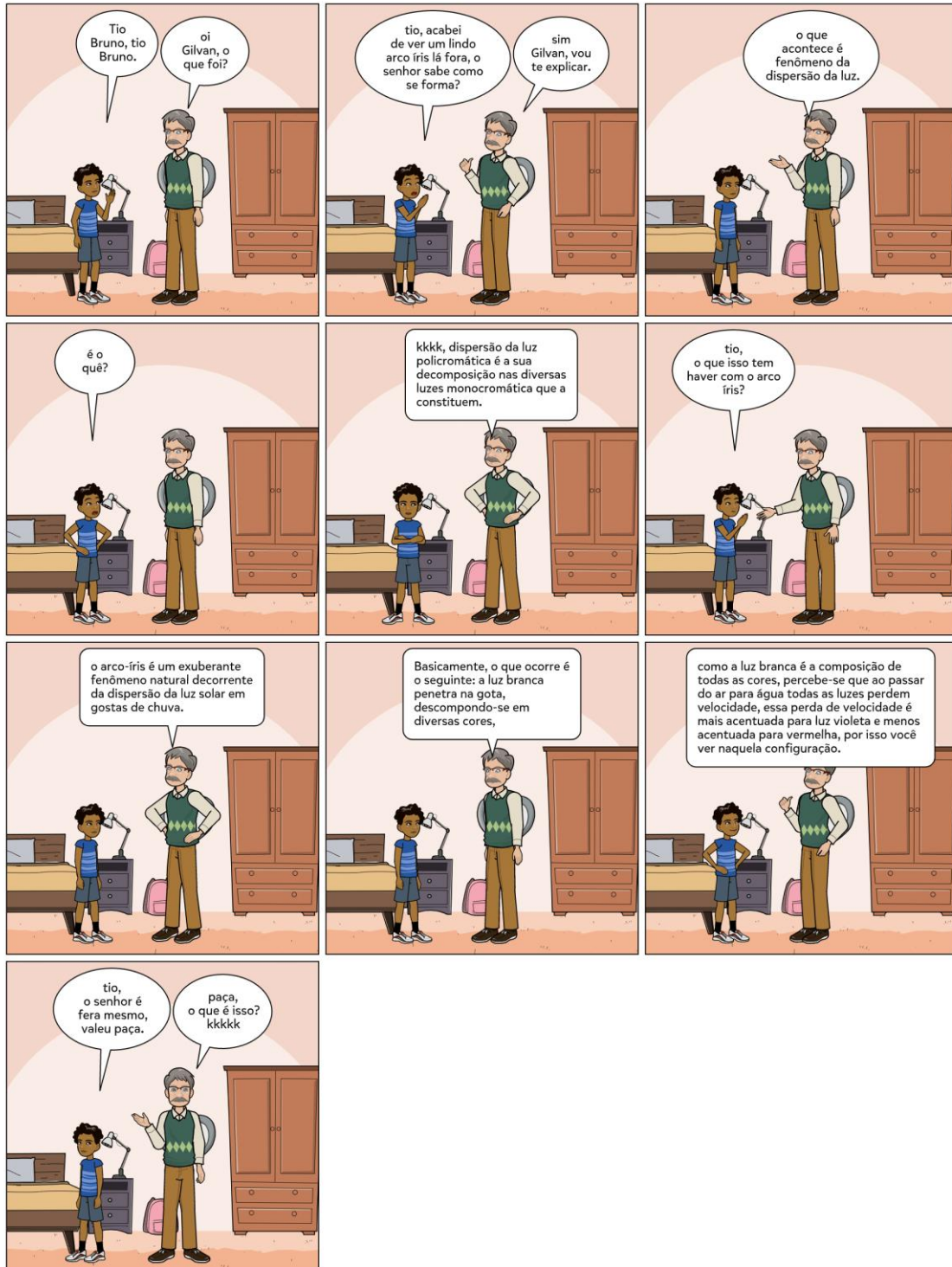
Segundo encontro formativo (2 horas-aulas): Neste encontro sugerimos ao professor que faça uma discussão e explicação sobre a utilização das Histórias em Quadrinho como ferramenta mediadora para ensino de física, dando destaque às suas potencialidades, destacando os seus objetivos e comandos necessários à sua utilização. Após as explicações o professor deverá fazer a divisão da turma em dois grupos, e entregará para cada grupo uma História em Quadrinho, e depois será trocada com o outro grupo. Nesse momento os alunos em grupos deverão analisar e realizar uma discussão a respeito da utilização das Histórias em Quadrinhos com a interação do professor. Este é um momento muito importante para a expansão das zonas de desenvolvimento proximal e equalização dos conhecimentos prévios, questionamento das ideias de senso comum e que podem se constituir como concepções alternativas, de modo a se preparar o alicerce para os conceitos a serem ensinados.

HISTÓRIA EM QUADRINHO 1: ESPELHOS ESFÉRICOS



Fonte: o próprio autor.

HISTÓRIA EM QUADRINHOS 2: ARCO-ÍRIS



Fonte: o próprio autor.

Terceiro encontro formativo (2 horas-aulas): Neste último encontro formativo, o professor poderá aplicar um questionário semiestruturado/pós-teste como questões abertas, para identificar as significações produzidas pelos alunos no desenvolvimento desta Sequência Didática (Produto Educacional) envolvendo os conceitos da Óptica Geométrica, mediada pelas Histórias em Quadrinho, assim, fazer uma avaliação da mesma. E também poderá pedir para seus alunos criarem histórias em quadrinhos de algum tema já trabalhando em sala de aula.

6.3 RECURSOS DIDÁTICOS

As Histórias em Quadrinho foram feitas na plataforma do <https://app.pixton.com> com textos de autoria do próprio mestrando. Os questionários foram elaborados com base na teoria histórico-cultural de Vygotsk, onde buscou-se contextualizar os questionamentos com a realidade dos alunos e o contexto das aulas de física. As histórias em quadrinho tiveram como ponto de partida situações cotidianas, onde é possível ter uma aproximação clara com a realidade em que os participantes são acostumados, estratégia essa que contribui para despertar o interesse dos alunos pelo conteúdo abordado.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.

As Histórias em Quadrinhos como recurso metodológico de apoio para o ensino de óptica geométrica foi bem aceito pelos professores, uma vez que não há necessidade de matérias difíceis ou de ambiente externo a sala de aula. Esse material de apoio poderá ajudar os alunos na compreensão e apropriação dos conceitos físicos.

Temos então alguns relatos dos professores em relação a utilização das Histórias em quadrinhos para o ensino de física.

PROFESSOR PF1: “Às vezes nossas explicações apenas com quadro e pincel deixa os fenômenos físicos muito abstratos para a compreensão dos alunos, então lendo uma história, que pode muito bem acontecer no nosso cotidiano, podem perceber o quão perto a Física está”.

PROFESSOR PF2: “É uma ferramenta facilitadora principalmente nas primeiras séries de Física que torna o aprendizado mais atraente aos alunos”

PROFESSOR PF3: “Uma ferramenta que trabalha o conteúdo de forma agradável e de simples aplicação, colocando o aluno como coadjuvante no aprendizado”

PROFESSOR PF4: “As histórias em quadrinhos são uma excelente ferramenta para as aulas. Os alunos gostam muito e elas têm um grande potencial no processo ensino aprendizagem”.

PROFESSOR PF5: “Ótima ferramenta para sala de aula”

PROFESSOR PF6: “É inegável a necessidade de integrar diferentes linguagens nas aulas em todos os níveis de ensino”

PROFESSOR PF7: “A utilização de histórias em quadrinhos no ensino da disciplina pode ser de grande valia, uma vez que as mesmas apresentam uma forma de comunicação visual e verbal e ainda que muitas abordem temas relacionados aos conteúdos trabalhados em sala de aula”

PROFESSOR PF8: “A escolha que da proposta de uso de histórias em quadrinhos para o ensino, busca romper com a metodologia centrada apenas no livro didático como fonte de informação e reflexão a respeito da História no processo ensino-aprendizagem, buscando então, possibilidades de tornar o trabalho em sala de aula mais prazeroso tanto para o aluno como para o professor”.

Os relatos dos professores corroboram as potencialidades que o emprego das histórias em quadrinhos traz como recurso didático na escola. Para Calazans (2008)

As HQs são um divertimento com o qual os jovens e adolescentes estão familiarizados e que prendem sua atenção pelo prazer, sendo o seu primeiro contato com linguagens plásticas desenhadas e com narrativas, iniciando seu contato com a linguagem cinematográfica e a literatura; podem ser empregadas como estímulo de aprendizagem trazendo o conteúdo programático à realidade palpável do aluno. (CALAZANS, p.33, 2008).

Percebemos como essa ferramenta pode auxiliar no ensino de física em todos os níveis de ensino, e com a utilização das Histórias em Quadrinhos podemos potencializar o ensino de física, independente de qual seja o conteúdo a ser ministrado. Esperamos que muitos docentes façam uso de nosso material e se sintam satisfeitos com a nossa sugestão.

8 REFERENCIAS

BONJORNO, J. R., BONJORNO, R. F. S. A., BONJORNO, V., RAMOS, C. M., PRADO, E. P. e CASEMIRO, R. **Física: termologia, óptica, ondulatória**, 2º ano, 2. Ed. São Paulo: FTD, 2013.

CALAZANS, F.M.A. História em quadrinhos na escola. São Paulo: Paulus, 2008.

GASPAR, A. **Atividades Experimentais no ensino de física** – Uma nova visão baseada na teoria de Vigotski. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

GASPAR, A. **Compreendendo a Física** – Volume 2, pag. 184 2ª edição, São Paulo, 2013.

HALLIDAY, D.; WALKER, J.; RESNICK, R. **Fundamentos de Física. 8ª ed.**, Rio de Janeiro: LTC, 2009.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física** – Volume 4. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

HELOU, D.; GUALTER, J.B.; NEWTON, V.B. **Tópicos de Física**. 1º edição, Vol. 2. São Paulo, Saraiva, 2010.

LUIZ, A. M; GOUVEIA, S. L, **óptica e física moderna**. Vestselser, Ceará, 2006.

MINAYO, M. C. de S. (org.). **Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade**. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2003.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento; pesquisa qualitativa**. 8. ed. São Paulo: HUCITEC-BRASCO, 2004.

SANTANNA, Alexandre; NASCIMENTO, Paulo Roberto. **A história do lúdico na educação**. Florianópolis, Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática, 2012. Disponível em: < <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view>>. Acesso em: 04 fev. 2021.

TIPLER, PAUL A. e MOSCA, GENE, **FÍSICA para Cientistas e Engenheiros**, Volume 2 Eletricidade e Magnetismo, Óptica, Ed. LTC, Rio de Janeiro, 2009

VAN DER VEER, R.; VALSINER, J. Vygotsky: uma síntese. 4. ed. São Paulo: Loyola, 2001.

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

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

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO (PÓS-TESTE) PARA ANALISAR AS POTENCIALIDADES DE MEDIAÇÃO E APROPRIAÇÃO DAS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS (PRODUTO EDUCACIONAL)

Nome: _____

QUESTÃO 1

Considerando a sua vivência com a docência em física, você já utilizou algum recurso ou estratégia metodológica envolvendo o lúdico? Se sim, comente se tais estratégias contribuíram para a apropriação dos conceitos da física.

QUESTÃO 2

No seu entendimento, é possível a aplicação desse produto educacional em sala de aula enquanto recurso metodológico? Por quê?

QUESTÃO 3

Para você, o Produto Educacional - AS HISTÓRIA EM QUADRINHOS E SUA POTENCIALIDADES NA MEDIAÇÃO DO CONCEITO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA NO ENSINO MÉDIO, apresenta potencialidades para mediar a aprendizagem em física? Por quê? Quais seriam essas potencialidades?
