



A cultura popular da literatura de cordel no estudo dos fenômenos óticos em nível de Ensino Médio

Francisco Vanderli de Araújo

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Universidade Federal Rural do Semiárido, no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:

Prof. Dr. Francisco Franciné Maia Junior

Mossoró/RN
Novembro – 2019

A CULTURA POPULAR DA LITERATURA DE CORDEL NO ESTUDO DOS
FENÔMENOS ÓTICOS EM NÍVEL DE ENSINO MÉDIO

Francisco Vanderli de Araújo

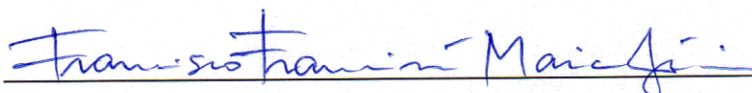
Orientador

Prof. Dr. Francisco Franciné Maia Junior

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal Rural do Semiárido, no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em: 08 de novembro de 2019.

BANCA EXAMINADORA



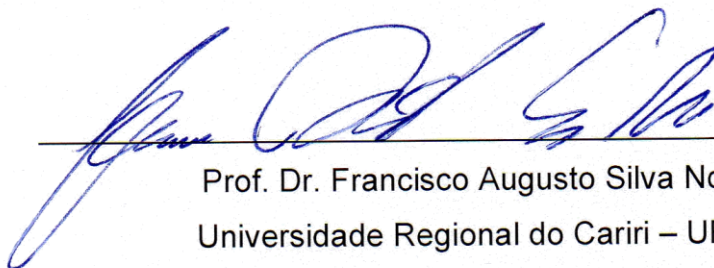
Prof. Dr. Francisco Franciné Maia Junior (Orientador)

Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA



Prof. Dr. Geovani Ferreira Barbosa

Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA



Prof. Dr. Francisco Augusto Silva Nobre

Universidade Regional do Cariri – URCA

Mossoró/RN
Novembro – 2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

A658c Araújo, Francisco Vanderli de .
 A cultura popular da literatura de cordel no
 estudo dos fenômenos óticos em nível de Ensino Médio
 / Francisco Vanderli de Araújo. - 2019.
 170 f. : il.

 Orientador: Francisco Franciné Maia Junior.
 Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
 Física, 2019.

 1. Ensino de Física. 2. Óptica Geométrica. 3.
 Folhetos de Cordel. I. Junior, Francisco Franciné
 Maia , orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Dedico esta dissertação à
minha amada esposa Maria de
Fátima Silva de Oliveira, minha
amada mãe Ivanilde Geraldo de
Lima Araújo, ao meu pai e herói
Valfredo Petronilo de Araújo e a
minha adorada Filha Nicole
Oliveira Araújo com todo o meu
amor e gratidão.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr Francisco Franciné Maia Junior pelos ensinamentos, orientação e compreensão que me possibilitou a realizar esse sonho.

Aos professores do polo 09 que contribuem com o MNPEF meu eterno obrigado pelos ensinamentos.

Aos colegas do curso do MNPEF-UFERSA pelo excelente convívio e ensinamentos transmitidos durante todo o tempo do curso. São eles: Agenildo Alves de Vasconcelos, Aldecir Peixoto Maia, Barbara Nicelle Maciel Farias, Eliabe Maxsuel de Aquino, Francisco Napoleão Freire Netto, Glauco Eduardo Rocha, João Paulo Soares, Jorge Luís Moura Lessa, José Carlos de França, José Jeová Amaro, Márcio Xavier da Silva, Maxwell Lima Maciel Filho e Ronaldo Zacarias de Souza

Aos colegas de viagens de Pereiro/CE a Mossoró/RN (230Km) pela enorme contribuição nessa caminhada (Francisco Eudes, Raquel Alves, José Walber, Luciane Kely, Raquel Lima e Vinícius Rezende).

Agradecimento especial a minha esposa Maria de Fátima pela compreensão e paciência durante todo o curso.

Ao Diretor da EEEP Maria Célia Pinheiro Falcão da cidade de Pereiro/CE (Francisco Petrônio) e aos alunos da turma do 2º ano “A” do curso técnico em Administração da referida escola pela colaboração durante a aplicação do produto

Aos professores Francisco Nascimento Nunes e Francisco Joacir Rocha pelas revisões nos folhetos de cordéis.

Ao Professor José Walber Carneiro pelas magníficas ilustrações das capas que deram vida aos folhetos de cordéis.

À CAPES, pela concessão da bolsa durante o curso.

Enfim, a todos que, de forma direta ou indireta, caminharam do meu lado, que contribuíram para tornar real o sonho que um dia tive de ser mestre em ensino de Física. Obrigado pela confiança nessa trajetória

RESUMO

A CULTURA POPULAR DA LITERATURA DE CORDEL NO ESTUDO DOS FENÔMENOS ÓTICOS EM NÍVEL DE ENSINO MÉDIO.

Francisco Vanderli de Araújo

Orientador: Prof. Dr. Francisco Franciné Maia Junior

Essa pesquisa mostra a aplicação dos folhetos de cordéis no ensino de Física. Deve-se fugir do tradicionalismo do ensino que ainda é utilizado nas salas de aulas e mostrar novas ferramentas para tornar a aprendizagem mais efetiva, dessa forma, serão utilizados folhetos de como ferramenta para o ensino de Física. Esse trabalho tem como objetivo geral, mostrar a ferramenta da literatura de cordel aplicada no ensino de Física, no nível de ensino médio, e verificar se a sua utilização pode melhorar a aprendizagem dos discentes na disciplina de Física, especificamente nos conteúdos de óptica geométrica. Nessa pesquisa, utilizou-se a teoria da aprendizagem mediadora de Lev Vygotsky, onde os alunos (sujeitos centrais da aprendizagem) estudavam os cordéis, e através de debates discutiam a Física presente neles, nessa teoria os alunos são os protagonistas e o professor é apenas um mediador do processo. Foram aplicados folhetos de cordéis sobre os conteúdos de óptica geométrica (Conceitos iniciais de óptica, Espelhos Planos e Leis da Reflexão, Espelhos Esféricos e Instrumentos Ópticos). Utilizou-se as falas dos alunos durante as aulas e em uma entrevista final para se entender, qualitativamente, o uso dessa ferramenta e a assimilação do conhecimento da Física presente nos folhetos que foram confeccionados sobre o tema de óptica geométrica e aplicados na 2ª série de uma escola pública do estado do Ceará. Com a aplicação dos folhetos nas aulas de Física, chegamos a ótimos resultados na compreensão dos conteúdos. Em virtude dos fatos mencionados, percebe-se que a ferramenta da literatura de cordel pode ser aplicada no ensino de Física e que pode levar os alunos a avanços na aprendizagem.

Palavras-chave: Ensino de física; Óptica geométrica; Folhetos de Cordel.

ABSTRACT

POPULAR CULTURE OF CORDEL LITERATURE IN THE STUDY OF OPTICAL PHENOMENA AT LEVEL OF EDUCATION.

Francisco Vanderli de Araújo

Orientador: Prof. Dr. Francisco Franciné Maia Junior

This research shows the application of twine leaflets in the teaching of physics. One must escape the traditionalism of teaching that is still used in classrooms and show new tools to make learning more effective, thus, leaflets will be used as a tool for teaching physics. This work has as general objective, to show the cordel literature tool applied in physics teaching, at the high school level, and to verify if its use can improve the learning of students in the Physics discipline, specifically in the geometrical optics contents. In this research, we used Lev Vygotsky's theory of mediating learning, where students (central subjects of learning) studied the twine, and through debates discussed the physics present in them, in this theory the students are the protagonists and the teacher is only a mediator of the process. Twine leaflets were applied on geometric optics contents (Initial Optical Concepts, Flat Mirrors and Reflection Laws, Spherical Mirrors and Optical Instruments). The students' speeches were used during the classes and in a final interview to understand, qualitatively, the use of this tool and the assimilation of the knowledge of Physics present in the pamphlets that were made on the theme of geometric optics and applied in the 2nd grade. a public school in the state of Ceará. With the application of the leaflets in physics classes, we get great results in understanding the contents. Due to the above mentioned facts, it is clear that the cordel literature tool can be applied in the teaching of physics and can lead students to learning success.

Keywords: Physics teaching; Geometric optics; Cord Flyers.

SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	10
Lista de Gráficos.....	12
Lista de Abreviaturas e Siglas.....	13
 1. INTRODUÇÃO.....	 14
 2. O CONTEÚDO DE ÓPTICA UTILIZADA NO DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO	 23
2.1 – Óptica Geométrica	23
2.1.1 – A Natureza da Luz	23
2.1.2 – Reflexão e Refração	25
2.1.3 – Espelhos Esféricos.....	31
 3. OS FOLHETOS DE CORDÉIS NO ENSINO	 37
3.1 – A História dos Folhetos de Cordéis.....	37
3.2 – Aplicação de Folhetos em Salas de Aulas	39
 4. A TEORIA DA APRENDIZAGEM DE VYGOTSKY	 41
4.1 – A Escolha da Aprendizagem Mediadora de Vygotsky nessa Investigação.....	43
4.2 – Cordel, Cultura e Comunicação	44
 5. APLICANDO O PRODUTO EM SALA DE AULA.....	 46
5.1 – Descrição do Produto Educacional.....	47
5.2 – A Sequência de Ensino	50
5.3 – Encontros	52
5.3.1 – Cordel 01 – Conceitos de Óptica Geométrica: Relatos.....	52
5.3.2 – Cordel 02 – Espelhos Planos e Leis da Reflexão: Relatos	59
5.3.3 – Cordel 03 – Reflexão em Espelhos Esféricos: Relatos	61
5.3.4 – Cordel 04 - Instrumentos Ópticos	63
5.4 – Entrevista e Gráficos dos Resultados	63
 6. CONCLUSÃO	 73
 REFERÊNCIAS	 75

APÊNDICES – PRODUTO EDUCACIONAL

APÊNDICE A - Cordel 01 – Conceitos de Óptica Geométrica (ilustrativo)

APÊNDICE B - Cordel 02 – Espelhos Planos e Leis da Reflexão (ilustrativo)

APÊNDICE C - Cordel 03 – Reflexão em Espelhos Esféricos (ilustrativo)

APÊNDICE D - Cordel 04 – Instrumentos Ópticos (ilustrativo)

APÊNDICE E - Instruções para a impressão e confecção dos cordéis

APÊNDICE F - Cordel 01 – Conceitos de Óptica Geométrica (modelo para impressão)

APÊNDICE G - Cordel 02 – Espelhos Planos e Leis da Reflexão (modelo para impressão)

APÊNDICE H - Cordel 03 – Reflexão em Espelhos Esféricos (modelo para impressão)

APÊNDICE I - Cordel 04 – Instrumentos Ópticos (modelo para impressão)

APÊNDICE J - Manual de Orientações para o uso dos cordéis (modelo para impressão)

APÊNDICE K - Autorização da direção e dos pais para o uso de dados e imagens

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação de campo elétrico e magnético em uma onda eletromagnética	24
Figura 2: Espectro das ondas eletromagnéticas	24
Figura 3: Reflexão e refração de uma onda	26
Figura 4: Reflexão regular (esquerda) e difusa (direita) de uma onda.....	27
Figura 5: Refração da luz em dois materiais diferentes	27
Figura 6: Dispersão da luz em um prisma	29
Figura 7: Formação da imagem no espelho plano	30
Figura 8: Elementos de um espelho esférico.....	31
Figura 9: Imagem de um ponto objeto em um espelho esférico.....	33
Figura 10: Distância focal de um espelho côncavo, com raios incidindo no foco (esquerda) e raios saindo do foco (direita).	34
Figura 11: Formação de imagens no espelho côncavo (esquerda) e no espelho convexo (direita).	34
Figura 12: Elementos para obtenção da equação de Gauss.....	35
Figura 13: Cordel 01: Conceitos de Óptica Geométrica	47
Figura 14: Cordel 02: Espelhos plano e leis da reflexão; Cordel 03: Reflexão da luz em espelhos esféricos; Cordel 04: Instrumentos ópticos	48
Figura 15: Manual de Orientações para a Aplicação do Produto	49
Figura 16: Professor explicando como seria o projeto	53
Figura 17: Alunas recitando cordel para a turma.....	54
Figura 18: Professor direcionando o estudo do cordel.....	55
Figura 19: Aluno fazendo a leitura do cordel	55
Figura 20: Desenhos na louça feitos pelo professor	56
Figura 21: Alunos (em grupos) lendo o cordel	57
Figura 22: Experimento em sala de aula sobre a propagação retilínea da luz.....	57
Figura 23: Alunos lendo o cordel e discutindo para a resolução do exercício.....	58
Figura 24: Aplicação do 2º folheto.....	60
Figura 25: Alunos resolvendo o exercício em frente ao auditório da escola	60
Figura 26: Alunas resolvendo exercícios no refeitório	61
Figura 27: Aluno recitando estrofe sobre espelhos esféricos	62

Figura 28: Alunos resolvendo o exercício proposto	63
Figura 29: Comentário da aluna F.R sobre a questão 11	68
Figura 30: Comentário do aluno F.D sobre a questão 11.	69
Figura 31: Comentário da aluna I.M sobre a questão 11.	70
Figura 32: Comentário da aluna A.K sobre a questão 11.	70
Figura 33: Comentário da aluna H.G sobre a questão 11.	71
Figura 34: Comentário do aluno C.D sobre a questão 11.....	72

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Notas dos alunos.....	64
Gráfico 2: Respostas dos alunos para a questão 02	65
Gráfico 3: Respostas dos alunos para a questão 05	65
Gráfico 4: Respostas dos alunos para a questão 06	66
Gráfico 5: Respostas dos alunos para a questão 07	66
Gráfico 6: Respostas dos alunos para a questão 09	67
Gráfico 7: Respostas dos alunos para a questão 10	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CGPC – Coordenação-Geral de Popularização e Divulgação da Ciência

IES – Instituições de Ensino Superior

IMPA – Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada

MCTIC – Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia

PROFMAT – (Mestrado Profissional em Matemática

SBF – Sociedade Brasileira de Física

SBM – Sociedade Brasileira de Matemática

SNCT – Semana Nacional de Ciência e Tecnologia

STEM – Science, Technology, Engineering e Mathematics

TIC's –Tecnologias da Informação e Comunicação

UECE – Universidade Estadual do Ceará

URCA – Universidade Regional do Cariri

ZDP – Zona de Desenvolvimento Proximal

1. INTRODUÇÃO

Que acontece no cérebro da criança aos conceitos científicos que lhe ensinam na escola? Qual é a relação entre a assimilação da informação e o desenvolvimento interno de um conceito científico na consciência das crianças?

(Lev Vygotsky)

O ensino de ciência deve ser discutido de forma mais atrativa e eficiente, pois os desafios e dificuldades de como transmitir melhor o conhecimento, para que haja, realmente aprendizagem efetiva nessa área fazem parte do cotidiano docente. Pode-se compreender esse problema observando a forma que muitos professores ministram aulas sem a utilização de recursos didáticos mais atualizados, costumam utilizar apenas o quadro e o pincel. Na sociedade atual deve-se buscar novas metodologias para que as aulas fiquem mais atrativas, o cordel possibilita isso, uma prática não formal que fortifica a aprendizagem. É pouco produtivo copiar textos no quadro, que as vezes é até do próprio livro didático do aluno e os mesmos ainda reproduzem para estudar para uma prova escrita, estudam até na noite anterior ao exame para não ter o risco de esquecer. Esse tipo de aprendizagem, é denominada de mecânica, onde o aluno assimila aquele conhecimento por um curto intervalo de tempo e logo após, esquece o que aprendeu, assim sendo, não acontece uma efetiva aprendizagem.

A troca do conhecimento precisa passar por diferentes metodologias, onde o aluno passe a ser o centro do processo e tenha o professor como mediador, é dessa maneira que Vygotsky trata a educação com a sua teoria da aprendizagem mediadora. Os educadores precisam encontrar novas maneiras de transmissão do conhecimento tornando o processo de ensino-aprendizagem prazeroso para o aluno.

O ensino de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática passa por um problema mundial, onde alunos tem dificuldades e principalmente falta de interesse nesse grupo de disciplinas, que já recebeu até uma sigla específica: STEM, do inglês *Science, Technology, Engineering e Mathematics*. Para que esse problema seja amenizado, deve-se usar a investigação como principal instrumento de aprendizado (aprendizagem ativa). O ensino deve ser tratado com uma interdisciplinaridade baseada em fatos do cotidiano do aluno, para que isso realmente tenha um significado na sua vida. Corroborando com essa ideia, Freeman et al (2013, p. 8410), cita:

“Abordar esta questão é essencial se os cientistas se comprometerem ao ensino baseado em evidências e não na tradição”. Freeman concluiu que a aprendizagem ativa, melhora significativamente o aprendizado dos alunos. Essa aprendizagem que ele classifica como ativa está relacionada com resolução de problemas, uso de respostas dos próprios alunos que são construídas individualmente e/ou em grupos, projetos e oficinas.

Na aprendizagem ativa, o professor lança um problema e os alunos tentam resolvê-lo usando os recursos disponíveis no ambiente, por mais que algumas vezes, o professor tenha vontade de ajudá-los em algum momento, isso não deve ser feito, é fundamental que os educandos possam resolver aquele problema utilizando seu conhecimento e tendo o professor como mediador, não se tem como objetivo observar os melhores alunos e sim perceber o desenvolvimento de todos. Como cita Moreira et al (2016, p. 02): *“A educação em STEM não deve ser uma seleção de talentos, mas sim de desenvolvimento de talentos”*. Não necessariamente o professor deve direcionar um problema, esperando que os alunos apliquem todas as áreas para resolvê-lo, as vezes os alunos, conseguem uma solução que não era óbvia para aquele problema. Devido a grande interação que há entre os educandos tentando resolver um determinado problema, têm-se uma impressão que a aula está uma bagunça, mas tá tudo normal, no final de cada tarefa é essencial que haja uma socialização do trabalho feito.

Percebe-se que ainda é um desafio trabalhar esse método da aprendizagem ativa nas escolas, o tradicionalismo do ensino, centrado em currículos e uma proposta pedagógica que o professor tem e deve cumprir, desvia o mesmo dessas novas abordagens e metodologias, porém deve-se insistir em novas maneiras de lecionar tornado as aulas de ciências bem mais atrativas.

O ensino de ciências exatas e naturais se tem uma grande dificuldade de aprendizado e interesse por parte dos educandos, ver-se algumas políticas públicas, com o objetivo de amenizar um pouco essa dificuldade de aprendizagem dos educandos e fazer com que o mesmo tenha interesse nas aulas com o intuito de aprender a aplicar os conhecimentos no seu cotidiano. Sabe-se que, no Brasil, historicamente o ensino de ciências é um pouco tradicional e os educadores têm dificuldade de dinamizar o ensino básico que é baseado em currículos, às vezes,

desatualizados. Precisa-se fazer algo de diferente para mudarmos essa realidade, o professor Moreira, concorda com essa ideia quando fala:

Atualmente o ensino é centrado no docente, na aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados, basicamente no tipo “ensino para testagem”, focado no treinamento para dar respostas corretas...O ensino deve ser centrado no aluno e no desenvolvimento de competências científicas como modelagem, argumentação, comunicação, validação. Fazendo o uso de tecnologias da comunicação e informação...O professor e o computador como mediadores. (Informação verbal¹)

Baseado nessa ideia de modificação do ensino, existem algumas políticas públicas que atuam com formação de professores com o intuito de modificar o ensino básico, visando torná-lo mais eficiente, dentre elas podemos destacar: A Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), Mestrado Profissional em Matemática (PROFMAT), Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO), e o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). Dentre essas políticas públicas, será dada ênfase ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF).

O MNPEF, programa de pós-graduação onde foi desenvolvida a presente dissertação, é voltado para professores que atuam no ensino básico dando ênfase a aspectos de conteúdos da disciplina de Física. O MNPEF é coordenado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) que coordena várias Instituições de Ensino Superior (IES) em todas as regiões do Brasil. Esse mestrado tem como principal objetivo capacitar um grande número de professores de Física que atuam na educação básica com técnicas de docência e também aumentar o domínio desses profissionais reforçando conteúdos na área de Física. Uma das características mais marcantes desse curso é que, para o aluno receber o título de Mestre em Ensino de Física, este deve desenvolver um produto educacional e aplicá-lo em sala de aula. O MNPEF funciona com três linhas de pesquisas, que são: (i) Física no Ensino Fundamental, (ii) Física no Ensino Médio e (iii) Processos de Ensino e Aprendizagem e Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Física. Essa dissertação tem como objeto o ensino de um conteúdo de física no Ensino Médio e a utilização de elementos da cultura popular como meio de inserção para o processo de ensino e aprendizagem, convergindo para a linha de pesquisa (ii). Nesse sentido, torna-se necessário uma discussão sobre as diferentes teorias da aprendizagem com o intuito

¹Informação fornecida por Marco Antônio Moreira na Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF), em Blumenau/SC, em agosto de 2018.

de fundamentar o desenvolvimento do produto e de sua aplicação na sala de aula.

O programa tem se preocupado com diversas teorias de aprendizagem visando contribuir com a formação de seus discentes de forma que tenham um domínio nas diferentes teorias, o programa tem sido um grande laboratório onde diversos produtos têm sido criados envolvendo as diversas teorias da aprendizagem votadas ao ensino de física.

TEORIA DA APRENDIZAGEM MEDIADORA

As teorias da aprendizagem mostram a abordagem cognitiva humana em diferentes visões, investigando, sistematizando e propondo soluções para concretizar o aprendizado do ser humano. Esse processo de investigação é de origem da antiga Grécia, sendo que o processo pelo qual uma pessoa é capaz de adquirir o conhecimento já era discutido pelos antigos filósofos, no entanto esse ponto ganha mais destaques em meados do século XX, como um objeto de estudo da psicologia. A principal diferença entre uma teoria da aprendizagem e outra é o diferente modo (ponto de vista) que cada uma delas é pautada. Em uma teoria, o aprendizado depende do comportamento de cada ser, em outra o conhecimento é adquirido e assimilado de acordo com o aspecto humano, em uma outra a assimilação já depende do aspecto cognitivo de cada um. Percebe-se, as diferentes ideias que são debatidas até os dias atuais.

O ensino-aprendizagem é um processo extremamente complexo e o campo do conhecimento humano é bastante vasto, aprender depende também de fatores externos como: condição social, faixa etária e a predisposição do indivíduo para aprender. Percebe-se que as teorias de aprendizagem têm vários pontos de vistas e observações para um sujeito conseguir aprender.

A teoria da aprendizagem mediadora e interacionista de Lev Vygotsky, como descrevem Moreira & Massoni (2015), tem seus conceitos básicos como a interação social, a mediação (humana e semiótica), instrumentos e signos, zona de desenvolvimento proximal (ZDP). O desenvolvimento cognitivo é a conversão de relações sociais em funções mentais. Instrumentos e signos são construções sócio históricas e culturais que o ser humano reconstrói, internaliza, e assim se desenvolve cognitivamente. Nessa reconstrução, a interação social é fundamental. A internalização, reconstrução de conhecimentos, é mediada pela interação social

(mediação humana, da pessoa) e pela captação de significados de signos (mediação semiótica, da palavra) já compartilhados socialmente. A linguagem é o mais importante sistema de signos para o desenvolvimento cognitivo. No ensino, a dialogicidade é essencial, a negociação de significados é fundamental. O ensino não deve ser monológico, mas sim dialógico. É preciso despertar no aluno a intencionalidade para a captação de significados. Deve haver duas intencionalidades, a do professor (mediador) e a do aluno (captador, reconstrutor). A interação social que leva à aprendizagem deve ocorrer dentro da ZDP.

Essa teoria diz que o sujeito aprende através da interação com outros sujeitos e o meio onde o mesmo está inserido, nesse contexto, o homem é produto do meio. Para que haja aprendizagem, no mínimo duas pessoas, devem estar envolvidas ativamente trocando experiência e ideias, assim, percebe-se que as atividades realizadas em grupos são essenciais na aprendizagem dos alunos. O Físico Alberto Ricardo Prass comenta em sua obra sobre Teorias da Aprendizagem:

Na prática escolar, a teoria de Vygotsky aparece nas aulas onde se favorece a interação social, onde os professores falam com as crianças e utilizam a linguagem para expressar aquilo que aprendem, onde se estimula as crianças para que expressem oralmente e por escrito e nas classes onde se favorece e se valoriza o diálogo entre os membros do grupo. (PRASS, 2012, p. 20)

Lev Vygotsky afirma que a interação entre os indivíduos possibilita a geração de novas experiências e novos conhecimentos, mostrando que o processo de formação dos conceitos está ligado com às relações entre pensamento e linguagem, a questão cultural também faz parte da construção do conhecimento e traz uma grande contribuição na aprendizagem do indivíduo.

Assim afirma-se que o material (folhetos de cordel) e o ambiente de interação entre os indivíduos facilita a aprendizagem por parte dos educandos, mostrando que o signo (que é algo que realmente signifique alguma coisa para o indivíduo), conceito utilizado por Vygotsky, prenda a atenção do aluno e seja eficaz, nesse caso a linguagem falada (declamada) e a maneira que os folhetos foram escritos utilizando rimas e figuras para ilustrações torne realmente o folheto um material de um grande potencial para assimilação do conhecimento.

A teoria da aprendizagem mediadora de Lev Vygotsky será discutida em maior profundidade, tendo em vista que é aquela que foi considerada para o desenvolvimento do produto educacional e a sua aplicação.

A UTILIDADE DA CULTURA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A cultura faz parte da identidade de cada ser humano, esse trabalho, aborda, em segundo plano a cultura no ensino de Física, que está presente nos folhetos de cordéis e suas aplicações. Tomando como base, o próprio significado de cultura (um complexo onde inclui o conhecimento, crenças, a arte, a moral, a lei e os costumes que são adquiridos ao longo do tempo por uma determinada sociedade) nota-se que a inserção e a importância da cultura no ensino devem ser utilizadas e consideradas. Não se pode ensinar ciências da mesma forma para pessoas com culturas diferentes, deve-se analisar e levar em consideração o meio onde cada indivíduo está inserido, é fácil perceber que os currículos de ciências não são elaborados para cada cultura levando em consideração esses fatores, isso é um grande problema no ensino das exatas em todo o mundo, até os exemplos aplicados durante as aulas deve-se observar esses aspectos, por exemplo, o aluno vem de um ambiente onde nunca viu um edifício, o livro de Física aborda um exemplo onde um objeto cai de um edifício de vinte andares e pede pra calcular o tempo de queda, o aluno já vai começar tendo uma grande dificuldade para entender esse tipo de questão por não conhecer o contexto envolvido.

Um dos grandes desafios que a sociedade do conhecimento passa é não saber como motivar os alunos para o aprendizado no ensino de ciências, é nessa parte que a cultura pode ser utilizada como uma grande ferramenta para ajudar nesse desafio, fazer com que o aluno tenha o gosto de aprender com as rimas presentes nos folhetos (cultura do cordel) que para uns lembram o cantador de viola, os poetas repentistas, e para outros é algo totalmente novo, torna o material excelente no âmbito de resgatar o interesse pelas aulas, pode-se pedir para os alunos pesquisarem sobre o que gera o trovão (teorias de deuses gregos) e depois confrontar com o conhecimento científico, deve-se aproveitar a diversidade cultural dos educandos e os tornar pesquisadores. Corroborando com essa ideia, Oliveira (2014, p. 297) comenta: *“Os indivíduos são motivados e movidos pela sua orientação sobre o mundo, uma vez que o seu conhecimento é dirigido por uma concepção social construída coletivamente para lidar com o meio ambiente”*. Percebe-se que é importante considerar o ambiente cultural do indivíduo para a inserção do conhecimento, entretanto, deve-se tomar alguns cuidados, por exemplo, existem um aluno interessado em ser cientista, quando ele descobre que a criação do universo, onde a ciência defende o big bang, contraria

a sua religião ele se sente até ofendido e isso o torna resistente a aceitar as teorias científicas.

Baseado nessa ideia da utilidade da cultura no ensino de ciências, sabe-se que a utilização dos cordéis em sala de aula tem sido usado nas mais diversas áreas e disciplinas.

CORDEL E SALA DE AULA

A utilização de cordéis em sala de aula para o ensino de ciências não é de hoje, já existem experiências de alguns professores que utilizaram essa ferramenta e obtiveram resultados bastante satisfatórios, tanto no Ensino Fundamental quando no Ensino Médio.

O Físico, professor universitário, especialista em cordel Wilson Seraine escreveu sua dissertação, mostrando como o cordel pode ser uma ferramenta de auxílio no aprendizado de ciência nas escolas. O professor Seraine (2018, p. 01) comenta: *“Nossa intenção não era de criar um trabalho lúdico, recreativo, mas, sim, provar que o cordel facilita o aprendizado. Provamos...Quando aplicamos o questionário nas turmas, as notas de todos os alunos subiram de forma satisfatória”*.

O professor e poeta Ênio José Gondim Guimarães escreveu sua dissertação de mestrado utilizando cordéis no ensino de termologia e também relata dos importantes resultados obtidos, onde cita:

Os alunos compreenderam melhor os conceitos. Essa constatação sinaliza que, a exploração do conteúdo com o cordel e discussão dos conceitos seguindo a sequência, ficou perceptível que estes apresentaram os conteúdos claros e objetivos e que podem ser usados como ferramenta de ensino. (GUIMARÃES, 2016, p. 81)

O professor e pesquisador Francisco Augusto Silva Nobre do polo 31 do MNPEF escreveu um livro ressaltando a importância do uso de cordéis para o ensino de Física onde defende que o uso de cordéis foge da didática tradicional usadas em sala de aulas. Nobre afirma:

Acreditamos que o uso dos *folhetos* como recurso didático pode contribuir para a superação de uma pedagogia tradicional, centrada na exposição excessiva e exclusiva do professor e na assimilação passiva pelo aluno. O *folheto* deve se constituir como elemento mediador de uma proposta pedagógica pautada em princípios como: relação professor-aluno dialógica; criação de espaço para a pergunta e a problematização; aluno como sujeito

ativo de sua aprendizagem; relação teoria-prática; interdisciplinaridade; contextualização do conteúdo em estudo. (NOBRE, 2017, p. 49)

A escolha dos folhetos de cordéis para o ensino de Física se deu devido a uma grande problemática que se tem na maioria das escolas públicas de todo o país, o ensino de Física centrado no professor, onde o mesmo expõe os conteúdos e os alunos aprendem de forma mecânica para utilizarem esse “conhecimento” para a obtenção de uma nota no final do processo que faz com que o mesmo consiga uma aprovação para a série seguinte, no entanto essa aprendizagem mecânica faz com que o alunos esqueçam o conteúdo fazendo assim com que não exista, de fato, uma aprendizagem. Como Nobre cita:

Os conteúdos das chamadas ciências exatas, como regra, são transmitidos para que os alunos assimilem mecanicamente fórmulas, nomes e leis, não levando o estudante à discussão dos conceitos e suas aplicações, para que de fato aconteça o que entendemos como aprendizado. (NOBRE, 2017, p. 47)

Um grande ponto positivo do uso dos cordéis é a linguagem simples que retrata o cotidiano do aluno além da inserção, de forma secundária, do resgate dessa cultura que é exaltada, principalmente, no nordeste do Brasil. O ato de recitar torna a aula mais dinâmica e atrativa. O cordel, além de antigo ressalta a oralidade de uma maneira diferente das exposições em aulas tradicionais, corroborando com isso, Nobre comenta:

Cantar ciência já era, em muitas civilizações da oralidade, a parte mais nobre da missão dos poetas porta-vozes nômades. Repetindo incansavelmente e com inúmeras variantes os conhecimentos da Tradição, eles traziam também novos conhecimentos, explicando, ensinando e divulgando-os nas comunidades visitadas. Os poetas-cantadores anunciavam, comemoravam e comentavam as grandes descobertas e inovações científicas das mais variadas épocas e ciências: biologia, medicina, astronomia, botânica, física, matemática, mineralogia, aeronáutica e outras. Além disso, traziam novos elementos para os saberes já adquiridos sobre geografia, história, filosofia, cultura, mitologia, religião (regional, nacional, mundial), eles contavam a vida de grandes homens e mulheres que mudaram o rumo da história. (NOBRE, 2017, p. 21)

Sempre é importante lembrar que o uso do folheto de cordel em sala de aula é uma metodologia que auxilia no aprendizado, no entanto, não devemos usar unicamente essa metodologia, devemos mesclar com outras ferramentas, não devemos, por exemplo, abandonar um experimento prático e usar somente o cordel. Seria ideal que os colégios possuíssem laboratórios para a realização de

experimentos práticos, diante disso percebe-se que o ensino-aprendizagem necessita e exige o uso de ferramentas diversificadas.

Nessa intervenção foram trabalhadas a aplicação dos folhetos de cordéis em sala de aula e notou-se que os folhetos constituem uma boa ferramenta didática que pode ser utilizada pelo professor. O seu grande ponto positivo é o envolvimento dos alunos na discussão dos cordéis diante da grande interação que acontece no decorrer da aula, onde o aluno percebe o conceito físico em cada estrofe e pode debater e equipes com o intuito de solidificar o conhecimento existente. Assim teremos uma nova metodologia e maneira de se assimilar o conhecimento de forma não-mecânica e que seja internalizada pelo educando.

Nesse trabalho, foi proposto a utilização da literatura de cordel no ensino de Física com o intuito de mostrar que folhetos de cordéis são uma excelente ferramenta para o ensino-aprendizagem dos discentes, especificamente no tema de óptica geométrica, seguindo uma sequência de ensino e aplicando folhetos de cordéis em sala de aula. No final de cada encontro, foram aplicados exercícios de fixação para análise e percepção se os alunos estão fixando os conceitos científicos presentes em cada folheto utilizado.

A dissertação foi dividida na sequência lógica da seguinte forma: (a) No próximo capítulo, é discutida brevemente a teoria da aprendizagem de Vygotsky, os folhetos de cordéis e a cultura no ensino de ciências. (b) No capítulo 3 foi descrito o conteúdo de Física, objeto dos folhetos de cordéis, tratando-se da Óptica Geométrica, abordando conceitos como a natureza da luz e os principais fenômenos. (c) No capítulo seguinte, foi feita uma abordagem sobre a história e a origem dos folhetos de cordéis, sua aplicação no ensino geral e especificamente de Física. (d) No capítulo 5, falou-se sobre a teoria da aprendizagem mediadora de Lev Vygotsky. (d) No capítulo subsequente, foi feita uma descrição do produto educacional, explicações detalhadas das aplicações dos folhetos e seus resultados em cada um dos encontros em salas de aula, na segunda série (turma “A”) do ensino médio da Escola Estadual de Educação Profissional Maria Célia Pinheiro Falcão, localizada na cidade de Pereiro no estado do Ceará. (e) Por fim, o último capítulo discute os resultados obtidos após as aplicações dos folhetos, seguido da conclusão do trabalho.

2. O CONTEÚDO DE ÓPTICA UTILIZADA NO DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

O ensino tem a sua própria sequência e a sua própria organização, segue um currículo e um horário e não se pode esperar que as suas leis coincidam com as leis internas dos processos de desenvolvimento que solicita e mobiliza.

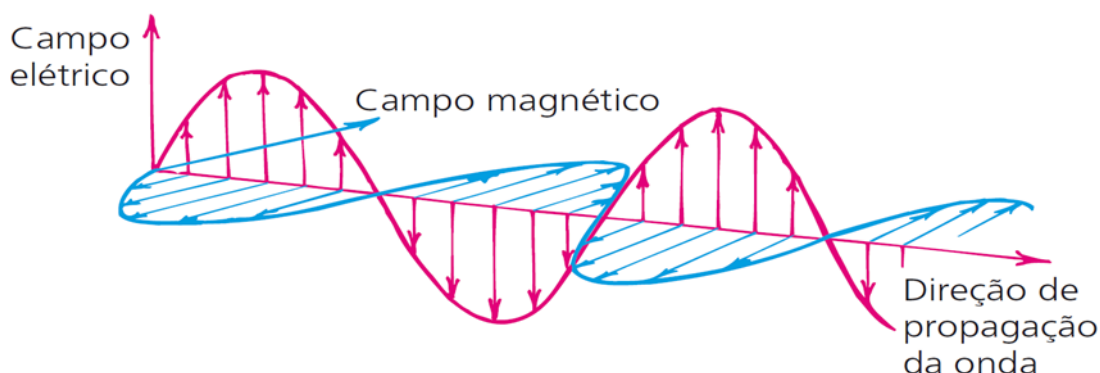
(Lev Vygotsky)

2.1 – ÓPTICA GEOMÉTRICA

2.1.1 – A NATUREZA DA LUZ

A luz tem característica dual (momentos a luz se comporta como onda, momentos como partícula), um exemplo disso é quando um raio de luz atravessa a água de uma piscina (comportamento de onda) e esse mesmo raio de luz reflete na superfície da água (comportamento de partícula). Essa discussão perdurou durante muito tempo no campo da Física, atualmente não se tem mais dúvidas sobre o comportamento dual (partícula-onda) da luz. Cientistas como o italiano Galileu Galilei, o francês René Descartes e o inglês Isaac Newton acreditavam que a luz era composta por partículas (o modelo corpuscular), já o holandês Christian Huygens, o suíço Leonhard Euler e o inglês Thomas Young acreditavam que a luz tinha natureza ondulatória, todos tinham razão nessa “briga”, em relação a esses dois comportamentos. Maxwell, descobriu que a luz é uma radiação eletromagnética (Figura 1), que tem uma frequência dentro de uma faixa de frequências que vai de $4,3 \times 10^{14}$ a $7,0 \times 10^{14}$ oscilações a cada segundo, o nosso olho não vê frequências que estão antes da luz vermelha (infravermelho) e após o violeta (ultravioleta).

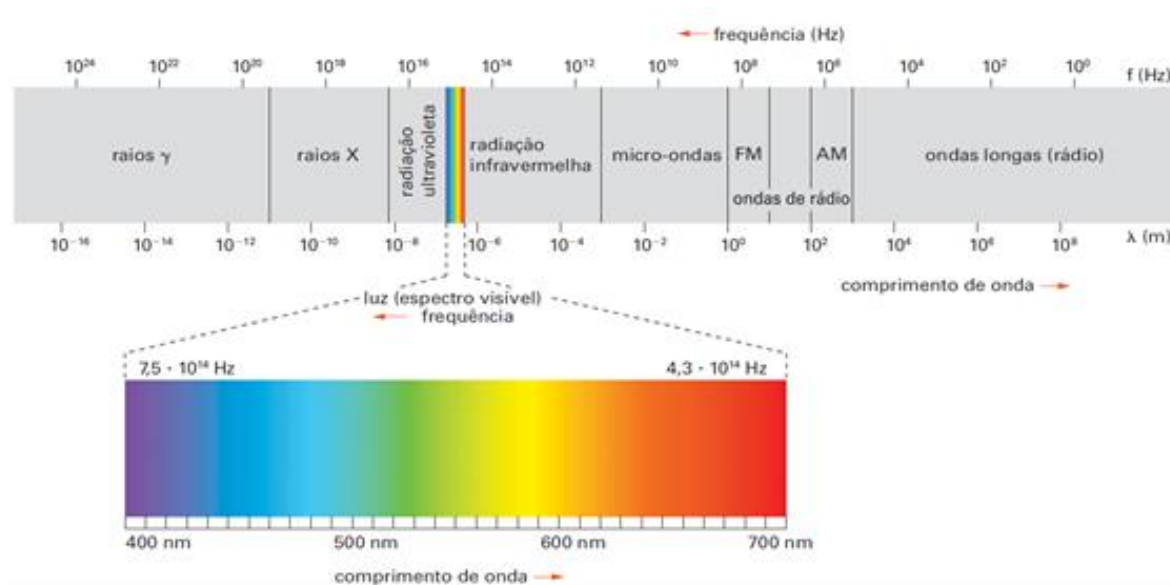
Figura 1: Representação de campo elétrico e magnético em uma onda eletromagnética



Fonte: Paul G. Hewitt (2002)

A origem da luz é muito parecida com a origem do som, o som é produzido através de ondas oscilações mecânicas, já a luz é produzida através de oscilações eletromagnéticas, as semelhanças não param por aí, nossos ouvidos só captam o som dentro de um determinado feixe de onda sonora e os nossos olhos só conseguem ver a luz dentro de uma pequena faixa de uma região chamada espectro eletromagnético, observa-se na Figura 2. Depois dos experimentos da Maxwell, o mesmo pôde concluir que a luz é na verdade, é onda e fóton, desvendando assim um dos maiores mistérios da ciência, a verdadeira natureza da luz.

Figura 2: Espectro das ondas eletromagnéticas

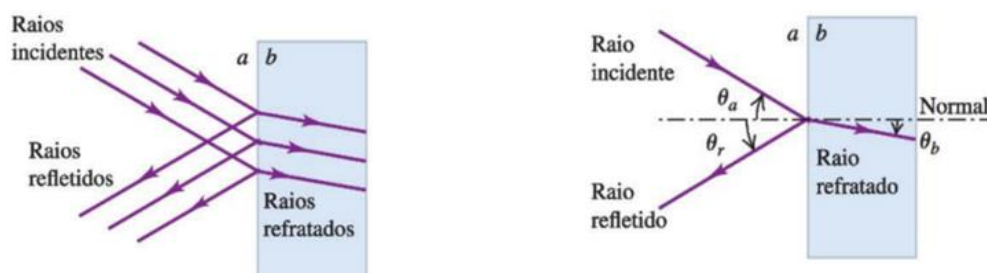


Fonte: Alberto Gaspar (2015)

Maxwell percebeu ainda que a rapidez com que essas ondas eletromagnéticas se propagam é a mesma da luz (299.792,458 aproximadamente 300.000km/s). No entanto, a luz como sendo uma onda, não é suficiente para explicar tudo. Muitos efeitos são associados à emissão e absorção da luz e mostram que a natureza corpuscular da luz, mostra que uma onda luminosa transporta energia concentrada em pequenos pacotes distintos classificados como *fótons*.

2.1.2 – REFLEXÃO E REFRAÇÃO

Nesta parte, iremos usar o modelo de raios luminosos e analisar dois dos pontos mais importantes da luz e sua propagação: a **reflexão** e a **refração**. Quando um raio de luz em forma de onda atinge uma superfície lisa que é separada por dois meios transparentes (como ar e a água, por exemplo), geralmente a onda, parte é refletida e parte é refratada (transmitida) para o outro material, como mostra a Figura 3. Observe os conjuntos de raios que formam feixes de luz, geralmente desenhamos somente um raio de luz para cada feixe (ver Figura 3). Essas ondas e sua representação por meio de raios é a base que forma a ótica geométrica. Inicialmente mostramos o comportamento de um único raio de luz. Analisamos as direções de propagações dos raios incidentes, refletidos e refratados em uma superfície que separa dois meios transparentes em relação aos ângulos formados entre esses raios e a reta normal (perpendicular) à superfície no ponto de incidência do raio incidente, como mostra a Figura 3. Em uma superfície lisa existe somente um único ângulo de reflexão, quando os raios refletidos são espalhados em direções iguais, no caso da superfície lisa, ocorre a **reflexão regular**, como mostra a figura 04 (esquerda). Quando a superfície não é completamente lisa (rugosa), os raios emitidos e refletidos são espalhados em direções diversas e não existe somente um ângulo de reflexão ou de refração, dizemos que acontece a **reflexão difusa**, na figura 04 (direita). Esses dois tipos de reflexões ocorrem tanto em materiais transparentes quanto em materiais opacos, ou seja, aqueles que não deixam a luz passar em seu interior. Quase todos os objetos situados ao nosso redor (como cadeiras, lápis, caderno etc) ficam visíveis pelo fato de refletir a luz de maneira difusa em suas superfícies.

Figura 3: Reflexão e refração de uma onda

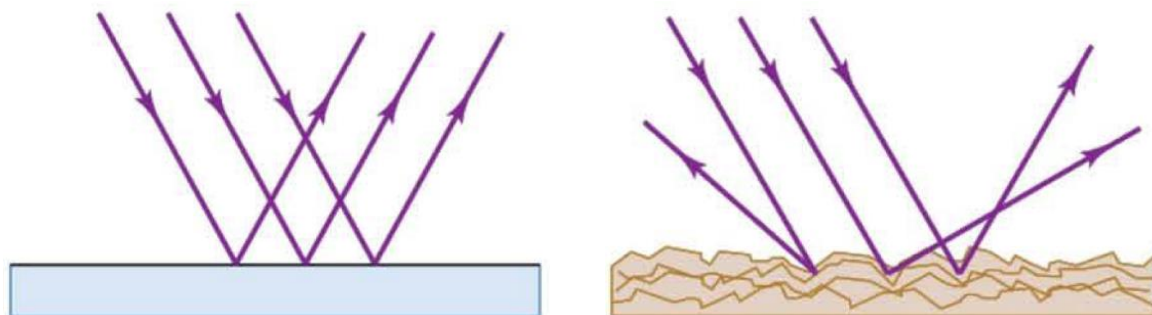
Fonte: Young & Freedman (2016)

Iremos abordar nesse ponto, uma grandeza chamada índice de refração de um determinado material. O índice de refração de um material ótico (também chamado de índice refrativo), representado pela letra n , tem um papel fundamental no estudo da óptica geométrica:

$$n = \frac{c}{v} \quad (01)$$

Onde n é o índice de refração de um material ótico, c é a velocidade de luz no vácuo e v é a velocidade da luz no material. Devemos lembrar que a luz é sempre mais lenta quando se propaga em um determinado material, quando comparamos com a sua velocidade no vácuo. Sendo assim podemos concluir que o índice de refração em qualquer meio material é sempre maior que 1, no vácuo, $n = 1$. Já que n é a razão entre duas velocidades, n é uma grandeza adimensional, não tem unidades. É importante lembrar que a velocidade da luz é inversamente proporcional ao índice de refração n do meio. Quanto maior for n , menor será a velocidade da luz nesse material.

Figura 4: Reflexão regular (esquerda) e difusa (direita) de uma onda

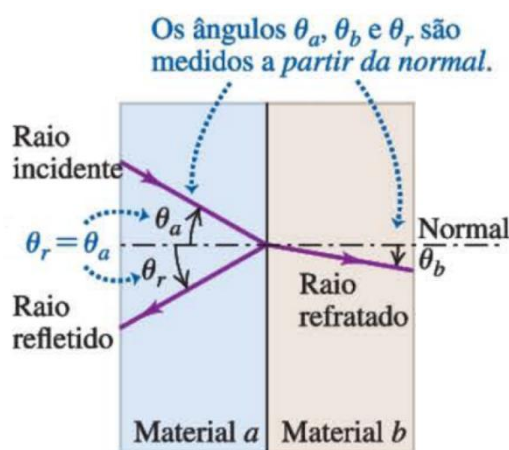


Fonte: Young & Freedman (2016)

2.1.2.1 – LEIS DA REFLEXÃO E DA REFRAÇÃO

Depois de experimentos realizados envolvendo reflexão e refração da luz chegou-se as seguintes conclusões, ilustrada (ver na Figura 5), abaixo:

Figura 5: Refração da luz em dois materiais diferentes



Fonte: Young & Freedman (2016)

1. Os raios incidente, refletido e refratado e a normal à superfície no ponto de incidência estão sobre um mesmo plano. Esse plano é chamado de **plano de incidência**, é perpendicular ao plano da interface entre os dois materiais.
2. O ângulo de reflexão θ_a é igual ao ângulo de incidência θ_r para todos os comprimentos de onda e para qualquer par de materiais.

$$\theta_a = \theta_r$$

(02)

onde θ_a é o ângulo de incidência medido a partir da reta normal e θ_r é o ângulo de reflexão também medido a partir da reta normal. Essa relação, observando que os raios incidente e refletido e a normal estão todos sobre o mesmo plano, é o que chamamos de **lei da reflexão**.

3. Para uma luz monocromática incidindo em um determinado par de materiais, a e b, em lados opostos da interface, **a razão entre o seno dos ângulos θ_a e θ_b , em que os dois ângulos são medidos a partir da normal à superfície, é igual ao inverso da razão entre os dois índices de refração:**

$$\frac{\sin \theta_a}{\sin \theta_b} = \frac{n_b}{n_a} \quad (03)$$

onde $\sin \theta_a$ o seno do ângulo de incidência no meio a medido a partir da normal, $\sin \theta_b$ o seno do ângulo de refração medido a partir da normal, n_b é o índice de refração do meio b e n_a é o índice de refração do meio a. Esse resultado, com a observação de que os raios incidente e refratado e a normal à superfície, estão todos sobre o mesmo plano, constitui a **lei da refração**, ou **lei de Snell**, em homenagem ao cientista holandês Willebrord Snell (1591-1626).

2.1.2.2 – DISPERSÃO DA LUZ

A luz branca é definida como um conjunto de ondas formada por todas as cores, uma superposição de ondas. A velocidade da luz no vácuo é uma só para todos os comprimentos de ondas existentes, mas, no interior de um material, essa velocidade muda com o comprimento de onda. Portanto, o índice de refração de um material depende do comprimento de onda incidente nesse material. **A dispersão** indica como a velocidade de uma onda e o índice de refração dependem do comprimento dessa onda. Sabemos que quando o comprimento de onda aumenta a frequência diminui. Quando um feixe de luz branca incide sobre um prisma como mostrado na Figura 6, a luz violeta é a luz que sofre o maior desvio, logo a luz vermelha é a que sofre o menor desvio (maior comprimento de onda).

Figura 6: Dispersão da luz em um prisma



Fonte: Young & Freedman (2016)

2.1.2.3 – FONTES DE LUZ

Fontes de luz são corpos que emitem ou refletem luz possibilitando que o olho seja capaz de visualizá-lo. No nosso planeta, a maioria dos corpos são **secundários ou iluminados**, ou seja, não produzem sua própria luz (mesas, cadeiras, canetas...), existem ainda os corpos que emitem sua própria luz, esses são chamados corpos **primários ou luminosos** (chama de uma vela, Sol, lâmpada acesa...).

As fontes de luz podem ser classificadas, também de acordo com sua dimensão. Quando a fonte de luz é muito grande comparada com o ambiente a qual ela está iluminando dizemos que essa fonte é **extensa** (uma fluorescente iluminando uma pessoa), quando o seu tamanho é muito pequeno comparado ao ambiente iluminado dizemos que ela é **pontual** (um LED iluminando uma sala).

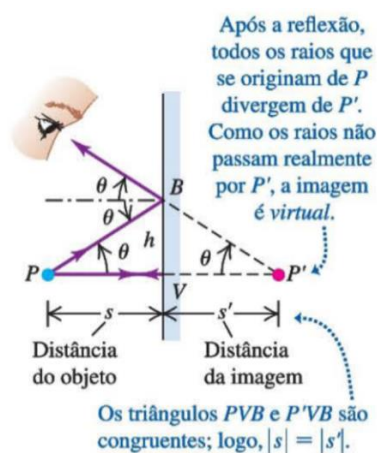
Sabemos que na óptica geométrica o raio de luz é definido como um segmento de reta orientado e um elemento geométrico, isso é importante para entendermos desde os princípios da luz até a formação de imagens em espelhos.

2.1.2.4 – ESPELHOS PLANOS E FORMAÇÃO DE IMAGENS

A partir da ideia que um espelho plano é qualquer superfície refletora plana, iremos entender a formação de imagens formadas através da reflexão da luz. Para localizar uma imagem virtual P' que um espelho plano forma de um objeto P , usaremos a representação gráfica da Figura 7. A figura mostra dois raios que saem e se divergem a partir de um ponto objeto P que está a uma distância $\underline{s}$ à esquerda de um

espelho plano. Percebe-se que a formação da imagem, no espelho plano, acontece pelo prolongamento dos raios de luz que incidem no espelho, onde a distância da imagem para o espelho é a mesma distância do objeto para o espelho, formando assim uma imagem: virtual, direita e do mesmo tamanho do objeto, não importando se o corpo é pontual ou extenso.

Figura 7: Formação da imagem no espelho plano



Fonte: Young & Freedman (2016)

Assim, percebemos que para construirmos uma imagem em um espelho plano, com apenas dois raios já se consegue esse tal feito.

2.1.2.4 – REGRAS DE SINAIS

Para a formação de imagens em um espelho plano essas regras parecem complicadas, no entanto, queremos formular essas regras para que possam ser aplicadas em todas as situações envolvendo a formação de imagens por uma superfície refletora ou refratora plana ou esférica. Essas regras são:

1. **Regra do sinal para a distância do objeto:** quando o objeto está no mesmo lado da luz que incide sobre a superfície refletora ou refratora, a distância do objeto s é positiva; caso contrário, é negativa.

2. **Regra do sinal para a distância da imagem:** quando a imagem está no mesmo lado da luz que emerge da superfície refletora ou refratora, a distância da imagem s' é positiva; caso contrário, é negativa.

3. **Regra do sinal para o raio de curvatura de uma superfície esférica:** quando o centro de curvatura $\underline{C}$ está no mesmo lado da luz que emerge da superfície refletora ou refratora, o raio de curvatura é positivo; caso contrário, é negativo.

O espelho plano conjuga apenas imagens **direitas**, do **mesmo tamanho do objeto** e **virtuais**, que são imagens formadas pelo prolongamento dos próprios raios de luz (atrás do espelho), esse tipo de imagem existe apenas no nosso cérebro, embora pareça existir também no mundo real. Existe ainda uma outra classificação para as imagens que chamamos de **reais**, essas imagens são formadas pelo encontro dos próprios raios de luz (na frente do espelho), somente espelhos esféricos conjugam imagens reais.

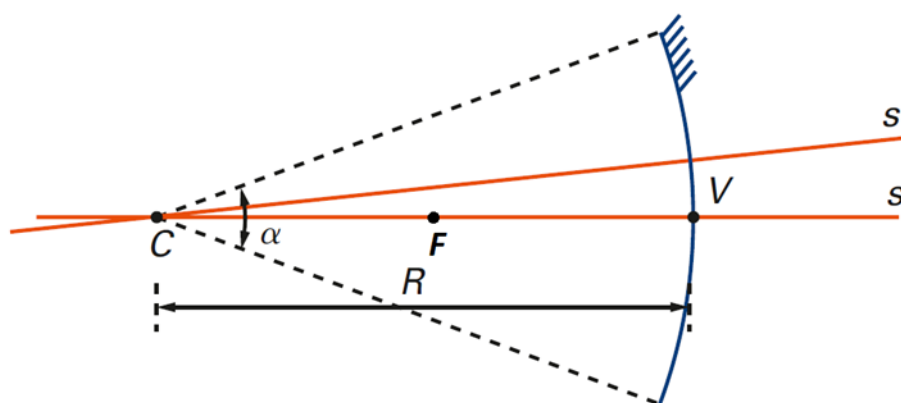
2.1.3 – ESPELHOS ESFÉRICOS

Denominamos um **espelho esférico** qualquer calota esférica que seja polida e que seja uma ótima superfície refletora. Iremos considerar que a calota tem duas partes polidas, uma interna e outra externa. Quando a superfície refletora for a interna, o espelho é classificado como **côncavo**. Quando face refletiva é a externa, o espelho é chamado **convexo**.

2.1.3.1 – ASPECTO GEOMÉTRICO E ALGUMAS PROPRIEDADES

Para o estudo dos espelhos esféricos precisamos ter o conhecimento dos elementos que os compõe esse tipo de espelho:

Figura 8: Elementos de um espelho esférico



Fonte: Alberto Gaspar (2015)

C é o **centro** da esfera; **V** é o **vértice** da calota; O eixo que passa pelo centro e pelo vértice da calota é chamado **eixo principal S**. As demais retas que cruzam o centro da esfera são chamadas **eixos secundários**. O ângulo α , mede a distância angular entre os dois eixos secundários que cruzam os dois pontos mais externos da calota, é a **abertura** do espelho. O raio da esfera **R** que origina a calota é chamado **raios de curvatura** do espelho, o ponto **F** é o **foco** do espelho que é a metade do raio de curvatura.

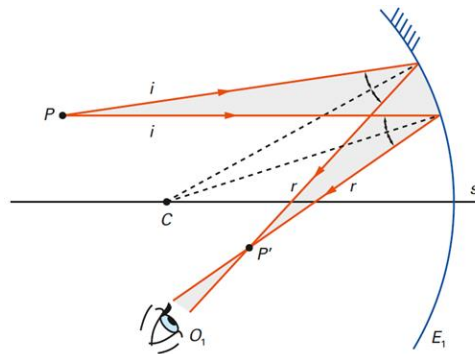
Quando os raios cruzam nesse tipo de espelho temos a formação das imagens e algumas propriedades são notadas:

1. **Um raio paralelo ao eixo**, depois da reflexão, passa pelo foco **F** de um espelho côncavo ou parece vir do foco (virtual) de um espelho convexo.
2. **Um raio que passa pelo foco F** (ou que provém do foco) é refletido paralelamente ao eixo ótico.
3. **Um raio na direção do raio passando pelo centro de curvatura C** (ou cujo prolongamento atinge o centro de curvatura) intercepta a superfície perpendicularmente e é refletido de volta em sua direção inicial.
4. **Um raio que passa pelo vértice V** é refletido formando ângulos iguais com o eixo ótico.

2.1.3.2 – IMAGEM E PONTO OBJETO CONJUGADOS POR UM ESPELHO ESFÉRICO

Como vimos no estudo dos espelhos planos, a construção da imagem **P'** do ponto objeto **P** pode ser obtida graficamente. Para isso, traçamos pelo menos dois raios de luz incidentes no espelho, com origem em **P**, e obtemos os correspondentes raios refletidos, de acordo com a lei da reflexão. O ponto de convergência dos raios refletidos é o ponto imagem **P'**.

Nesse caso, por serem espelhos esféricos, o traçado da normal se simplifica porque a normal a qualquer ponto da superfície de uma esfera ou circunferência coincide com seu raio; portanto, basta ligá-lo ao centro de curvatura (**C**) do espelho:

Figura 9: Imagem de um ponto objeto em um espelho esférico

Fonte: Alberto Gaspar (2015)

2.1.3.3 – FOCO E DISTÂNCIA FOCAL

Quando o ponto objeto P está muito longe do espelho esférico ($s = \infty$), os raios incidentes são paralelos. Nesse caso a distância s' é dada por:

$$\frac{1}{\infty} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{R} \quad (04)$$

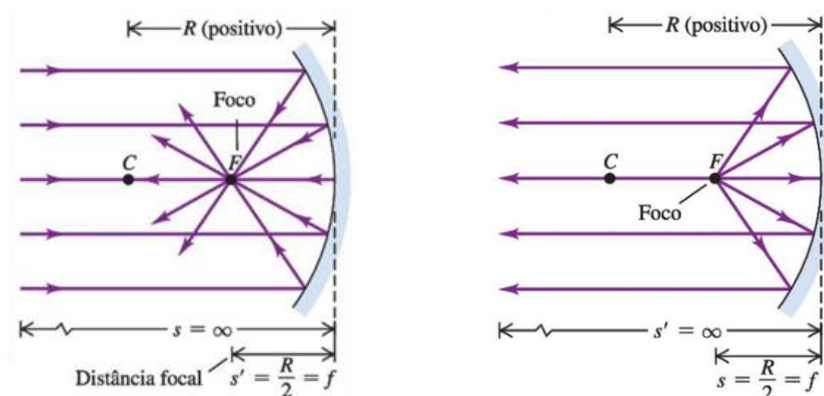
Essa situação é apresentada na Figura 10. O feixe dos raios incidentes paralelos converge, depois da reflexão no espelho esférico, para um ponto F situado a uma distância $R/2$ do vértice do espelho. O ponto F para o qual os raios paralelos convergem é chamado de foco do espelho ou **ponto focal**; dizemos que os raios se encontram no ponto focal. A distância entre o foco e o vértice do espelho, é designada pela letra f , denomina-se **distância focal**. Vemos que entre f e o raio de curvatura R existe a relação:

$$f = \frac{R}{2} \quad (05)$$

A situação contrária é mostrada na Figura 10. Agora temos o *objeto* colocado no ponto focal F , e a distância do objeto é dada por $s = f = R/2$. A distância da imagem s' pode ser novamente obtida da seguinte maneira:

$$\frac{2}{R} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{R} \rightarrow \frac{1}{s'} = 0, \rightarrow s' = \infty \quad (06)$$

Figura 10: Distância focal de um espelho côncavo, com raios incidindo no foco (esquerda) e raios saindo do foco (direita).

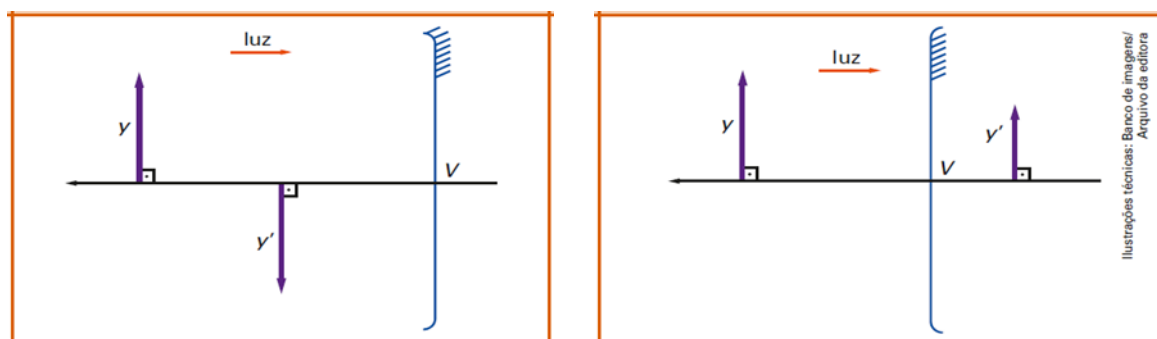


Fonte: Alberto Gaspar (2015)

2.1.3.4 – CONSTRUÇÃO GRÁFICA DE IMAGENS

A construção de imagens nos espelhos esféricos segue as propriedades anteriormente citadas, se o objeto for colocado perpendicular ao eixo principal, a imagem y também será, (veja na Figura 11). No espelho côncavo a medida que o objeto se aproxima do espelho a imagem será ampliada e se afastará do espelho, recebendo assim várias classificações dependendo da posição do objeto em relação ao espelho. Já no espelho convexo o objeto recebe somente um tipo de classificação.

Figura 11: Formação de imagens no espelho côncavo (esquerda) e no espelho convexo (direita).



Fonte: Alberto Gaspar (2015)

2.1.3.5 – EQUAÇÃO FUNDAMENTAL DOS ESPELHOS ESFÉRICOS

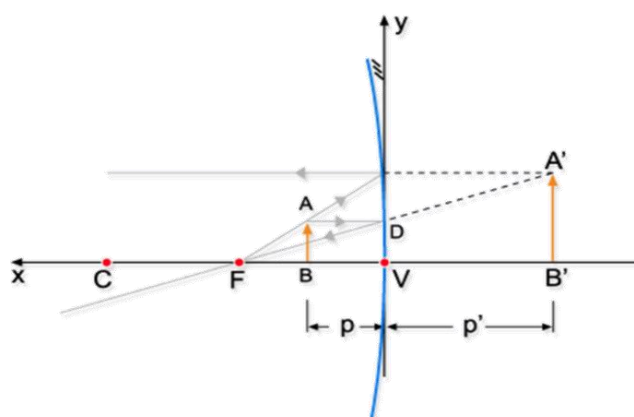
Iremos agora demonstrar a equação fundamental para os espelhos esféricos. Se conhecermos a distância focal e a posição do objeto é possível determinar, com

precisão analítica, a posição que da imagem. Sendo f , p e p' respectivamente as abscissas, podemos mostrar que existe uma relação entre essas grandezas dada por:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \quad (07)$$

Portando, quando conhecemos duas abscissas, fica fácil determinar a terceira. A equação representada acima é chamada de equação de Gauss que é fundamental quando estudamos os espelhos esféricos. A demonstração da equação de Gauss usa a semelhança de triângulos FVD com FB'A', como mostrado na Figura 12, abaixo:

Figura 12: Elementos para obtenção da equação de Gauss



Fonte: <http://efisica.if.usp.br>²

Semelhança dos triângulos FVD com FB'A', lembrar das convenções de sinais. Teremos:

$$\overline{VD} = \overline{BA} = o \text{ e } \overline{B'A'} = i$$

$$\frac{\overline{VD}}{\overline{B'A'}} = \frac{\overline{FV}}{\overline{FB'}}$$

$$\frac{o}{i} = \frac{\overline{FV}}{\overline{FB'}}$$

$$\frac{o}{i} = \frac{f}{f - p'} \quad (\text{lembrar que } p' < 0) \quad (08)$$

² Disponível em: <http://efisica.if.usp.br/otica/basico/espelhos_esfericos/relacao_gauss/>. Acessado em 06 de fevereiro de 2019.

Sabendo que:

$$\frac{o}{i} = \frac{-p}{p'} \quad (09)$$

Substituindo (09) em (08), teremos:

$$\begin{aligned} \frac{f}{f - p'} &= -\frac{p}{p'} \\ -fp' &= p(f - p') \\ -fp' &= pf - pp' \end{aligned}$$

Dividindo ambos os membros da equação por fpp' , teremos:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p'} + \frac{1}{p} \quad (10)$$

Nessa parte do trabalho, foi discorrido sobre alguns principais tópicos de óptica geométrica, que foi o conteúdo abordado no desenvolvimento do produto dessa Dissertação.

3. OS FOLHETOS DE CORDÉIS NO ENSINO

“O sentido no qual se desenvolve o pensamento não é individual ao social, mas do social do indivíduo”.

(Lev Vygotsky)

3.1 – A HISTÓRIA DOS FOLHETOS DE CORDÉIS

Os folhetos de cordéis são utilizados para tratar de vários temas do cotidiano em forma de versos, não se sabe a certeza da sua origem, uns dizem que os folhetos têm origem na Península Ibérica (Sudoeste da Europa), outros já defendem que tem origem no Nordeste do Brasil. Os folhetos foram trazidos pelos portugueses para o Brasil, desde a época da colonização e depois se espalharam para o resto do mundo, como cita, Nobre (2017, p. 39): *“Era usado popularmente em Portugal para se referir à produção de literatura de baixo custo, que pudesse ser comprada por pessoas de “poucas posses” e vendida em feiras populares, onde se dependurava os livretos de papel barato em cordões”*.

Os folhetos de cordéis mostram de forma rimada diversos temas do nosso cotidiano, como foi citado antes, essa leitura além de prazerosa é de baixo custo, sendo assim acessível a todas as pessoas. O cordel se popularizou mais ainda devido aos cantadores de viola, principalmente no Nordeste, que mostram essa cultura por onde passam, fazendo versos na hora, por isso o nome poetas do repente ou poetas repentistas, (repente = na hora, de improviso). Há muito tempo, os cantadores de viola ensinavam muito nas cantorias improvisadas, como cita o pesquisador Guimarães (2016, p. 21): *“Os poetas cantadores são verdadeiros transmissores de conhecimento, e desde o início, já se identificam com o ato de ensinar”*. Não há temas e/ou limites específicos para criação de um cordel, qualquer tema pode se transformar em cordel por uma pessoa que possua essa habilidade.

Os folhetos de cordéis era, também uma ferramenta as pessoas utilizavam para se manterem informadas sobre os acontecimentos, até substituindo os jornais da época, como comenta Nobre (2017, p. 41): *“mesmo com a chegada dos jornais, por muitas décadas os folhetos continuaram no interior do Nordeste como fonte privilegiada de acesso às notícias”*.

Um livro que mostra o uso dos cordéis em salas de aulas e como ensinar ciências de uma maneira lúdica e cultural é o livro (Folhetos de cordel científico – Um catálogo e uma sequência de ensino) do pesquisador Francisco Augusto Silva Nobre, 2017. Nesse livro, o autor faz uma referência a várias obras onde o cordel é utilizado, como exemplo existem obras que falam dos gregos: Sócrates, Platão, Aristóteles, Pitágoras, Arquimedes e Tales de Mileto, como também sobre outros cientistas renomados como: Galileu, Newton, Copérnico, Kepler, Thomas Edison e Albert Einstein. Para se ter uma noção da vasta produção de cordéis no campo da ciência, que relatam desde a vida de figuras importantes da ciência até as suas descobertas, o catálogo sobre cordéis, de Nobre vai da página 57 até a página 130 do seu livro.

Em relação ao MNPEF, de acordo com o banco de dados da SBF, existem dois trabalhos utilizando a literatura de cordel, como podemos ver na tabela abaixo:

Tabela 1: Dissertações defendidas no MNPEF utilizando a literatura de cordel

2016	2017	2018	2019
Polo 23: UECE – Universidade Estadual do Ceará Autor: Ênio José Gondim Guimarães Orientador: Francisco Augusto Silva Nobre Título: Os folhetos de cordel como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem de física – estudando calor. Data da defesa: 16/09/2016	-	-	Polo 31: URCA - Universidade Regional do Cariri Autor: Samuel dos Santos Feitosa Orientador: Francisco Augusto Silva Nobre Título: Tópicos de Física Quântica em versos de cordel e arte dos quadrinhos, ensinados a luz de uma unidade de ensino potencialmente significativa. Data da defesa: 08/03/2019

FONTE: (<http://www1.fisica.org.br/mnpef/?q=defesas>)

Um cordel bem lúdico sobre a vida e descobertas do Físico Albert Einstein (Einstein – Vida, obra e pensamentos) é escrito por Gonçalo Ferreira da Silva (2003), uma Biografia em forma de cordel que torna a leitura prazerosa, ver-se em algumas passagens do livro:

*Dia quatorze de março
Na Alemanha nascia
Em mil oitocentos e*

*Sententa e nove, e seria
O maior gênio que o século
Dezenove nos trazia. [...]*

*Com a Teoria dos Quanta
E da relatividade
Albert Einstein ganhou
Tamanha celebridade
Que é tido como o gênio
Maior da humanidade. [...]*

*Em mil novecentos e
Cinquenta e cinco morria
Deixando a humanidade
Um legado de valia
E do campo unificado
Incompleta a teoria. [...]*

Existem folhetos e livros sobre cordéis nas mais diversas áreas do conhecimento. Percebe-se a importância cultural que tem a literatura de cordel, graças aos folhetos pode-se manter costumes e identidades locais e regionais como manter costumes de época e ainda contribui para a manutenção do nosso folclore.

3.2 – APLICAÇÃO DE FOLHETOS EM SALAS DE AULAS

Os folhetos de cordéis podem ser utilizados em diversas áreas do conhecimento, e um trabalho que merece atenção é o do professor Ênio José Gondim Guimarães da Universidade Estadual do Ceará (UECE), no âmbito do MNPEF, realizado no ano de 2016 onde ele defendeu: *Os folhetos de cordel como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem de física: estudando calor*. O professor obteve excelentes resultados durante as aplicações dos folhetos, onde fala:

Podemos concluir que os folhetos aplicados, bem como a sequência utilizada, tiveram seus objetivos atingidos, pois os resultados conseguidos nas avaliações de aprendizagem e nas falas das filmagens e entrevista, revelam que houve, em grande parte, uma melhora no processo de aprendizagem. (GUIMARÃES, 2016, pag. 79)

Os folhetos de cordéis incentivam a interação entre os educandos proporcionando assim um aprendizado muito mais efetivo como defendia Vygotsky na sua teoria da interação, onde os sujeitos além de aprenderem com o meio eles aprendem interagindo com outros indivíduos usando questionamentos, levando por

essa ótica, Silva (2017) realizou uma pesquisa sobre transferência de calor utilizando cordéis e chegou a seguinte conclusão:

Ao longo da execução da atividade constatou-se, além de evidências de aprendizagem significativa do conteúdo proposto, um maior envolvimento dos discentes com a disciplina de Física, bem como uma maior disposição para aprender os respectivos conteúdos. Além de incentivar o trabalho em equipe e a leitura, os Folhetos proporcionaram a interdisciplinaridade. (SILVA et al, 2017, pag. 13)

O cordel possui uma linguagem própria, por isso se torna uma ferramenta atrativa e poderosa para se usar em salas de aulas fazendo com que as aulas se tornem muito mais interessantes, levando assim ao aluno uma efetiva aprendizagem.

4. A TEORIA DA APRENDIZAGEM DE VYGOTSKY

O desenvolvimento é visto como o domínio dos reflexos condicionados, não importando se o que se considera é o ler, o escrever ou a aritmética, isto é, o processo de aprendizado está completa e inseparavelmente misturado com o processo de desenvolvimento.

(Lev Vygotsky)

A teoria da aprendizagem mediadora foi formulada por Lev Vygotsky, na qual se considera que o sujeito aprende por interação. Essa teoria defende que o desenvolvimento intelectual do ser humano, não está presente na sua mente desde o nascimento que o desenvolvimento acontece, de acordo com o meio onde o ser humano está inserido, onde o desenvolvimento cognitivo do indivíduo se solidifica dependendo da interação social dele com outros indivíduos e com o meio, gerando novas experiências e novos conhecimentos. Para Vygotsky, conhecimento não é hereditário, vindo a ser moldado pelo convívio social e cultural do indivíduo, como cita:

As habilidades cognitivas e as formas de estruturar o pensamento do indivíduo não são determinadas por fatores congênitos. São, isto sim, resultado das atividades praticadas de acordo com os hábitos sociais da cultura em que o indivíduo se desenvolve” (VYGOTSKY, 2002, pag. 03)

Percebe-se assim que a formação do pensamento segundo Vygotsky é moldada pelo meio onde o sujeito da aprendizagem está inserido. Quando uma criança nasce, as suas funções psicológicas são bem básicas e de acordo com o desenvolvimento social e sua interação com o meio, essas funções básicas serão transformadas em funções mais superiores, onde o desenvolvimento da mente está sempre mediado por um conhecimento que traz um significado à sua realidade.

Para que o conhecimento seja realmente assimilado pelo sujeito da aprendizagem, pelo menos duas pessoas devem estar inseridas nesse processo de interação, mediada pela utilização de instrumentos e signos. Para Vygotsky, os signos, como a própria palavra revela, seria alguma coisa que significaria algo para o indivíduo, por exemplo, a linguagem falada e a linguagem escrita, como Coelho descreve:

A origem cultural das funções psíquicas que se originam nas relações do indivíduo e seu contexto social e cultural. Isso mostra que a cultura é parte constitutiva da natureza humana, pois o desenvolvimento mental humano não é passivo, nem tão pouco independente do desenvolvimento histórico e das formas sociais da vida. O desenvolvimento mental da criança é um processo contínuo de aquisições, desenvolvimento intelectual e linguístico relacionado à fala interior e pensamento. (COELHO & PISONI, 2012, pag. 147)

Para acontecer uma aprendizagem efetiva, Vygotsky defendia que a interação social do sujeito da aprendizagem deveria ocorrer dentro de uma zona de desenvolvimento proximal (ZDP), que seria uma distância que existe entre aquilo que o sujeito já tem no seu cognitivo, o que ele já sabe, ou seja, o seu conhecimento real e aquilo que o sujeito possui uma certa potencialidade para aprender, o seu conhecimento potencial. A função do professor nesse processo é mediar a aprendizagem usando estratégias que leve o sujeito, no caso o aluno, a tornar-se independente, estimulando o seu conhecimento potencial de uma maneira a criar o tempo todo no aluno sua ZDP. Nesse sentido, o trabalho em equipe, tendo um professor como mediador, permite ao aluno a criação de uma ZDP mais ampla, facilitando a assimilação de conhecimentos e a sua internalização de acordo com a sua interação com outros indivíduos e com o meio. Espera-se, desse modo, que a assimilação se torne mais eficaz, levando a uma aprendizagem real do indivíduo.

A teoria de Vygotsky nos mostra uma grande importância não só na sociedade do conhecimento, mas também na sociedade em geral, tornando os indivíduos mais interativos e participativos através do trabalho em equipe, para Alvarez et al (1996) todo grupo tem um caráter social, sendo constituído por um determinado número de elementos que, além do interesse em comum, desenvolvem uma ligação mais próxima com os mesmos objetivos.

Em muitas escolas tem-se livros didáticos, que chamamos livro-texto, em alguns casos, desatualizados. O professor usa somente o livro didático onde o aluno copia no quadro, muitas das vezes o texto do próprio livro, percebe-se que o desenvolvimento do ser humano através da interação não está sendo construído, tem-se provas e mais provas reforçando a aprendizagem mecânica. Embora exista um esforço em alguns estados para a expansão de uma rede de ensino integral na qual os alunos possam participar das aulas, dos laboratórios, das aulas de reforço, de atividades culturais e de esporte, tudo isso acaba sendo ineficaz diante da metodologia aplicada em salas de aulas. O MNPEF vem contribuindo de forma

significativa para a ampliação do debate sobre o processo de ensino-aprendizagem, bem como na capacitação dos professores para o aperfeiçoamento da prática docente na educação básica, tornando o ensino mais eficiente.

4.1 – A ESCOLHA DA APRENDIZAGEM MEDIADORA DE VYGOTSKY NESSA INVESTIGAÇÃO

Nessa investigação foi baseada na teoria de Vygotsky pelo fato de ser a teoria que melhor se encaixa no contexto da aprendizagem usando a literatura de cordel, o sujeito aprende por interação social e a teoria prega a importância do aprendizado de acordo com o ambiente cultural de cada indivíduo, pois o uso dessa ferramenta faz uso da leitura e da interação entre os sujeitos, tornando o meio um ambiente potencial para aprendizagem e o sujeito capaz de aprender formulando seu conhecimento potencial e usando o folheto de cordel como uma ferramenta para aprendizagem, já que a escrita e a linguagem oral são dois importantes signos para o sujeito assimilar o conhecimento.

A linguagem utilizada nos cordéis é nova no contexto da disciplina de física, isso já instiga a curiosidade dos educandos, tornando assim, a teoria adequada para diversos tipos de atividades que envolvam colaboração e troca de ideias, e foi essa estratégia utilizada na aplicação dos folhetos de cordéis, onde os alunos decalmavam as estrofes e através das discussões interativas chegavam a assimilação do conhecimento.

No uso dessa teoria aplicada aos folhetos de cordéis, o professor pode e deve estimular o trabalho em equipe, formando grupos e se utilizando de técnicas para motivar o aluno para uma participação ativa. Nesse ambiente de socialização, espera-se facilitar a assimilação do conhecimento, podendo ajudar a alguns alunos a superarem a timidez (característica que limita muito a aprendizagem) e de forma secundária, contribuir um pouco para o resgate da cultura da literatura de cordel. Durante esse processo o professor deve ficar sempre atento no âmbito de deixar o aluno como centro do processo permitindo que eles próprios construam seu conhecimento em grupos com a atenção, cooperação e participação de todos envolvidos no processo.

Desse modo, a teoria da aprendizagem mediadora de Lev Vygotsky é fundamental para a devida compreensão do processo de aprendizagem nesse tipo de aplicação.

4.2 – CORDEL, CULTURA E COMUNICAÇÃO

As aplicações dos folhetos de cordéis no ensino são de importantes por tratar de assuntos que são do cotidiano do aluno de uma maneira simples, facilitando assim a aprendizagem do aluno, corroborando com essa ideia Nobre (2018, pag. 48) cita: *“folhetos nordestinos é que o conteúdo de sua poesia é contextualizado com o mundo, com a política, religião, tecnologia, ecologia, etc”*. A linguagem está presente na vida do ser humano desde a época das cavernas onde o homem fazia pinturas nas paredes para representar várias coisas presentes no seu cotidiano, baseado nessa ideia de linguagem Silva (2010, pag. 314) afirma: *“A raça humana desenvolveu inúmeras formas de comunicação para diversas finalidades, tais como: interagir entre si, expressar suas ideias e emoções, conviver em grupo e, sobretudo, para registrar sua história”*. A literatura de cordel é uma forma de linguagem que prende a atenção de quem ler, contribuindo para que o sujeito da aprendizagem tenha mais facilidade de assimilar e internalizar esse conhecimento. Por outro lado, as tecnologias da informação e comunicação têm sido uma ferramenta fundamental para o ensino aprendizagem, se usada da maneira apropriada, essas tecnologias também têm ajudado na difusão da literatura de cordel em várias áreas e ramos do conhecimento, como Viana descreve:

O cordel hoje está atingindo um público muito diversificado. Não é mais aquele público tradicional, composto em sua maioria por trabalhadores da periferia ou o sertanejo. Hoje o cordel está nas universidades, nas escolas, nas feiras, a gente está ocupando todos os espaços inclusive, a Internet. (VIANA, 2006, p.1).

Percebe-se que, devido a difusão da tecnologia, o cordel tem ganhado espaços, principalmente pela internet. Existe um estudo feito com o uso do cordel usando as Tic's, e a intervenção que foi realizada mostrou ótimos resultados usando uma linguagem de programação chamada Scratch, onde foi trabalhado, poemas, textos, animações, desafios e criações. Silva e Tavares mostram a aplicação do cordel no Scratch quando falam:

O Scratch carrega a inovação tecnológica através da ludicidade da animação. A possibilidade de unir a oralidade e o encantamento da literatura de cordel, através de seus poemas populares, xilogravuras ou rimas, ao uso dos computadores com o Scratch, cria uma oportunidade única para explorar os sentimentos e o modo de viver dos educandos em questão, bem como de grande parte da população brasileira. (SILVA & TAVARES, 2012, pag. 04)

Como Vygotsky defendia que a aprendizagem deve ser mediadora, o aluno como agente da aprendizagem deve ser o centro das atenções, o ator principal desse processo. A linguagem presente nos folhetos é de fácil compreensão, isso facilita o entendimento dos conteúdos em pauta, nota-se que o aluno, na maioria das vezes, não consegue mais se concentrar em livros textos, isso torna o processo cansativo, a opção do folheto e de maneira online como é disponibilizada na internet é muito atrativa e eficiente para a aprendizagem.

Percebe-se que a aplicação dessa ferramenta (cordel) em sala de aula pode ser feita de diversas formas, nesse projeto os folhetos foram impressos e ao longo da intervenção os alunos discutiam entre equipes reforçando a interação social defendida por Vygotsky que é tão importante no ensino-aprendizagem, pode-se afirmar que os folhetos de cordéis tornam a aula mais dinâmica e prazerosa fugindo da ideia de aulas tradicionais onde os alunos só ouvem o conteúdo e dessa forma não ocorre um efetivo aprendizado.

5. APLICANDO O PRODUTO EM SALA DE AULA

“Uma palavra que não representa uma ideia é uma coisa morta, da mesma forma que uma ideia não incorporada em palavras não passa de uma sombra”.
(Lev Vygotsky)

A literatura de cordel tem contribuído para o ensino de ciências quando se utiliza de ambientes não-formais de aprendizagens, levando em consideração que a aprendizagem de cada ser, depende da sua realidade cultural, da realidade ambiental e educacional, sabe-se que essas realidades são diferentes dependendo de cada região do Brasil. O professor deve planejar muito bem as suas aulas quando o mesmo for usar um espaço não institucional, fazendo com que o mesmo se torne pedagógico e produtivo, não sendo confundido com um momento de recreação, corroborando com essa ideia, Queiroz, et. al, (2011) mostram que os espaços não institucionalizados não são preparados para a aprendizagem como uma sala de aula formal, no entanto, se bem planejado e utilizado, poderá se tornar um espaço educativo de construção científica. Assim, vale ressaltar, a criatividade do professor para reconhecer um espaço em potencial e a sua contribuição científica para a formação dos estudantes.

Ambientes não formais de aprendizagem faz com que haja uma grande interação por parte dos envolvidos, assim sendo, a poesia tem sido usada no processo de ensino aprendizagem como uma ferramenta educacional muito eficiente no âmbito da teoria da aprendizagem mediadora de Vygotsky. Esses ambientes não-formais de aprendizagem (parques geológicos, usinas de geração de energia, museus...) fazem com que o aluno tenha mais entusiasmo pelo conteúdo que está sendo passado, como mostra Chagas (1993), em um estudo feito em um museu sobre o interesse e aprendizado dos alunos, chega à conclusão que a visita ao museu estimula o interesse dos jovens por ciência e aumenta o seu entusiasmo em aprender mais sobre ciência.

Assim sendo, percebe-se que os ambientes não-formais de aprendizagem, quando bem utilizados, são ferramentas motivadoras para o ensino e consequentemente a aprendizagem, tornando as aulas mais interativas e dinâmicas.

5.1 – DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional idealizado nesse projeto é composto por quatro cordéis e um manual de instruções para a aplicação dos folhetos em sala de aulas, com todas as orientações necessárias

- Cordel 01: Conceitos de Óptica Geométrica;
- Cordel 02: Espelhos Plano e Leis da Reflexão;
- Cordel 03: Reflexão em Espelhos Esféricos;
- Cordel 04: Instrumentos Ópticos;
- Manual de aplicação.

Os cordéis foram produzidos tomando como base o livro do “Física: Aula por Aula”, de Cláudio Xavier e Benigno Barreto (2016), que é o livro-texto da disciplina de física no ensino médio adotado pela escola onde o projeto foi desenvolvido, e estão disponíveis como apêndice desse trabalho, incluindo o manual de aplicação.

O Cordel 01 - Conceitos de Óptica Geométrica, da Figura 13, detalha os conceitos iniciais de óptica geométrica e apresenta várias figuras para facilitar o entendimento do aluno quando for ler as estrofes. O cordel descreve desde os princípios de propagação da luz, formação de eclipses, até as discussões de Newton e Huygens em relação a natureza da mesma. Devido ao tamanho do cordel e as diversas discussões existentes, o mesmo foi finalizado em dois encontros.

Figura 13: Cordel 01: Conceitos de Óptica Geométrica



Fonte: Arquivo dos autores do projeto

O Cordel 02 - Espelhos Plano e Leis da Reflexão, da Figura 14, é o mais curto pelo fato do conteúdo também ser curto, baseado no princípio da propagação retilínea da luz, descreve a formação de imagens no espelho plano e as leis da reflexão no mesmo. Esse cordel, também contém imagens ilustrativas para facilitar o entendimento do aluno em relação à formação das imagens nos espelhos, número de imagens e formação de imagens em alguns instrumentos ópticos, como o periscópio, por exemplo. Mostra e explica as características das imagens formadas por esse tipo de espelho.

O Cordel 03 - Reflexão em Espelhos Esféricos, detalha como a luz se comporta ao refletir em espelhos esféricos e suas propriedades, suas diferentes classificações de acordo com a distância do objeto ao espelho. Com a mesma metodologia dos outros cordéis, esse também traz várias figuras e mostra a equação de Gauss, fazendo com que exista grandes discussões sobre as diversas aplicações dos princípios e dos próprios espelhos no nosso cotidiano.

O Cordel 04 - Instrumentos Ópticos, foi idealizado como uma espécie de “cordel bônus” para os alunos, o mesmo não chegou a ser discutido em sala de aula, os alunos o levaram para casa para leituras posteriores. Esse cordel é muito mais poético do que físico, o mesmo não descreve, por exemplo, a formação da imagem nos instrumentos e sim o vislumbre das imagens formada pelos mesmos.

Figura 14: Cordel 02: Espelhos plano e leis da reflexão; Cordel 03: Reflexão da luz em espelhos esféricos; Cordel 04: Instrumentos ópticos



Fonte: Arquivo dos autores do projeto

O produto também traz um manual de aplicações dos cordéis em sala de aula, com orientações detalhadas de como o professor deve utilizar os folhetos, a sequência de ensino utilizada, o detalhamento do total de aulas usadas, sugestões de exercícios de fixação para serem aplicados no final de cada cordel, os planos de aulas de todos os folhetos e encontros, contando ainda com as instruções para impressão e confecção dos folhetos.

Figura 15: Manual de Orientações para a Aplicação do Produto



Fonte: Arquivo dos autores do projeto

5.2 – A SEQUÊNCIA DE ENSINO

Foi preparada a seguinte sequência didática, visando a aplicação do produto desenvolvido nesta dissertação dentro da teoria de Vygotsky.

I) **SOCIALIZAÇÃO:** Iniciamos explicando para a turma sobre a ferramenta e como iríamos aplicar os cordéis em sala de aula, a importância da literatura de cordel e suas aplicações na Física citando alguns trabalhos nessa área e recitando alguns cordéis para os alunos irem se familiarizando com o tema.

II) **APRESENTAÇÃO DA FERRAMENTA:** Nessa etapa levamos alguns cordéis impressos sobre diversos temas e pedimos para que dois alunos declamassem os mesmos em sala de aula (essa parte o professor pode escolher a melhor forma que achar conveniente para o momento, pode pedir para um aluno declamar ou cada aluno declamar uma estrofe, fica a critério), em seguida discutimos sobre, Foi exemplificado na lousa o que é um cordel e suas características e como será a estrutura dos cordéis que foram produzidos e serão aplicados.

III) **TOMADA DE POSIÇÃO:** Nessa etapa a aula foi iniciada onde cada aluno recebeu um cordel em mãos. Nessa etapa foi detalhado como os cordéis iriam ser utilizados e mostrado pelo professor um pouco da literatura de cordel, origem e como eram feitas as estrofes que iriam ser trabalhados durante as aplicações desse produto. Nesse momento duas alunas declamaram um cordel chamado: A velhice de autoria do professor Francisco Joacir Rocha, para que os alunos tivessem contato com a arte da declamação e percebessem como se daria as aulas usando os folhetos.

IV) **MATURAÇÃO:** Nessa etapa pedimos aos alunos, voluntariamente que cada um lê-se uma estrofe e a turma discutisse tentando entender o conceito físico presente em cada estrofe. É nesse momento que o professor deixa os alunos a vontade para a interação social que defendia o Vygotsky, nessa etapa o professor questiona os alunos e faz anotações para perceber se os mesmos estão entendendo por se só a parte científica presente nos cordéis.

V) **SOLUÇÃO:** Nessa etapa é a constatação se os alunos entenderam pro se só a Física presente em casa estrofe, o professor pode fazer questionamentos em cima de cada estrofe e da parte física presente no cordel para perceber se houve realmente uma aprendizagem. E explorar possíveis erros conceituais para construir e solidificar o conhecimento dos alunos.

VI) **CONSOLIDAÇÃO DOS CONCEITOS:** Continuando a fase anterior o professor pode, depois de cada estrofe lida e discutida fazer questionamentos a cerca da Física presente em cada estrofe e perceber os acertos e erros dos alunos e discutir em cima deles com o intuito de consertar esses erros que as vezes é até provindo de conhecimentos prévios equivocados dos alunos.

VII) **COMPROVAÇÃO:** Nessa última etapa dessa sequência é o momento do professor analisar se houve a aprendizagem através da interação, percebendo com os alunos, como chegaram a tal resposta? Como descobriram tal solução? Através da leitura do cordel. Por que alguns conceitos não foram entendidos? O professor deve concluir fazendo uma revisão geral dos conceitos abordados no cordel fazendo com que o ensino seja realmente efetivado.

Tabela 2: Carga horária sugerida para a aplicação dos folhetos

CARGA HORÁRIA PARA APLICAÇÃO DOS FOLHETOS DE CORDÉIS	
1 ^a	Explanção geral do cordel, entendendo a cultura e explicando como serão feitas as aplicação e declamação de um cordel
2 ^a	Aplicação do 1º cordel (Conceitos de Óptica Geométrica)
3 ^a	Continuação da aplicação do 1º cordel (Conceitos de Óptica Geométrica)
4 ^a	Aplicação e resolução de Exercícios de fixação sobre o 1º folheto
5 ^a	Aplicação do 2º cordel (Espelhos planos e Leis da Reflexão)
6 ^a	Aplicação e resolução de Exercícios de fixação sobre o 2º folheto
7 ^a	Aplicação do 3º cordel (Espelhos esféricos)
8 ^a	Aplicação e resolução de Exercícios de fixação sobre o 3º folheto
9 ^a	Prova escrita dos conteúdos abordados nos cordéis
10 ^a	Entrevista escrita sobre as aplicações dos cordéis

Fonte: Autores do projeto

5.3 – ENCONTROS

Nesse trabalho foi investigou-se a aprendizagem dos alunos de uma turma da segunda série do Ensino Médio da Escola Estadual de Educação Profissional EEEP Professora Maria Célia Pinheiro Falcão, localizada na cidade de Pereiro no interior do estado do Ceará. A escola tem doze (12) turmas, sendo quatro (04) turmas de primeiro ano, quatro (04) turmas de segundo ano e quatro (04) turmas de terceiro ano. Foram utilizados folhetos de cordéis produzidos abordando conceitos de óptica geométrica e aplicados durante o terceiro bimestre do ano de 2018. Os encontros foram realizados na turma da segunda série (turma “A”), da escola acima citada, na qual o autor desta dissertação leciona. Sabe-se que os alunos apresentam dificuldades quando os conteúdos de óptica geométrica são trabalhados, baseado nisso, a escolha desse tema em específico foi a motivação/desafio para esse trabalho.

Nesse trabalho propusemos a utilização da literatura de cordel no ensino de Física nos conteúdos de Óptica Geométrica, seguindo uma sequência de ensino onde os cordéis são aplicados em sala, os detalhes serão expressados posteriormente, os alunos fizeram exercícios de fixação após a aplicação de cada cordel, o professor analisou cada atividade para perceber se os alunos estavam fixando os conceitos científicos presentes em cada folheto. Nessa investigação realizada aplicando os folhetos de cordéis, os mesmos, foram utilizados com o intuito de melhorar o ensino-aprendizagem dos educandos do ensino médio da disciplina de Física, os resultados obtidos durante a intervenção foram usados para elaborar hipóteses que possibilitem uma intervenção para uma melhoria no ensino de Física.

5.3.1 – CORDEL 01 – CONCEITOS DE ÓPTICA GEOMÉTRICA: RELATOS

No dia 06 de agosto de 2018 foi o primeiro encontro, onde foi apresentada a ideia do projeto, (ver a Figura 16). Foi explicado como iriam ser aplicados cada um dos 3 cordéis, seriam divididas as equipes em grupos dois ou três componentes, cada um com um cordel em mãos.

Figura 16: Professor explicando como seria o projeto



Fonte: Arquivo dos autores do projeto

Foi exemplificado na lousa o que é um cordel, suas características e como será a estrutura dos cordéis que foram produzidos e como seriam aplicados. As alunas M.G e M.F recitaram um cordel chamado: “A velhice”, do professor e poeta Joacri Rocha, para o conhecimento e assimilação da turma do que é a literatura de cordel e perceber que o ato de recitar pode chamar e/ou prender a atenção dos alunos para o que está sendo lido. Nas aplicações, cada aluno da turma recitou uma estrofe, estrofe essa que todas as equipes irão analisar e tentar entender o conceito físico por trás da mesma. Nesse momento, temos a teoria da aprendizagem por interação de Lev Vygotsky transposta para o ambiente da turma, onde o sujeito será capaz de aprender pela discursão estimulada pelos folhetos.

Após a apresentação do projeto foi aberto um espaço para as opiniões dos discentes sobre a aplicação desse projeto onde foca o uso da cultura popular e da literatura de cordel no estudo dos fenômenos óticos em nível de ensino médio. Foram coletadas algumas opiniões dos alunos sobre o uso dessa ferramenta para ensinar ótica na turma.

Anotando alguns comentários dos alunos, ouviu-se da aluna M.G.: “*Assim está muito dinâmico*”, percebe-se então, uma nova maneira de aprender que pode motivar o interesse do aluno. Corroborando com essa mesma ideia o aluno Y.C citou: “*É uma forma mais fácil de aprender*”. Com essa ideia de fazer diferente usando o cordel, ouviu do aluno G.T: “*É desafiador, é uma maneira nova de aprender o conteúdo*”, já a aluna M.L falou: “*Uma maneira de se aventurar em coisas novas para melhor*

aprendizado dos alunos". O aluno F.M disse: *"Inovador, é uma forma diferenciada"*. A aluna R.R disse: *"Interessante, pois o novo nos causa curiosidade e então vontade de aprender a cada estrofe lida"*. A aluna B.T citou: *"Dessa maneira, é também, uma forma de resgatar a nossa cultura"*. A aluna E.C comentou: *"É uma coisa da imaginação que ver a física além da disciplina"*. O aluno D.D falou: *"É como se fosse uma música, é mais fácil entrar em nossa cabeça"*. A aluna A.K comentou: *"Além de ser uma forma dinâmica de aprender, vai ser uma forma divertida de aprender os cordéis e trabalhar em grupos"*.

Figura 17: Alunas recitando cordel para a turma



Fonte: Arquivo dos autores do projeto

Pelos comentários dos alunos, percebe-se nesse primeiro encontro, que será um trabalho bem aceito, fazendo com que o produto prenda a atenção do aluno, tornando a aprendizagem eficaz.

No segundo encontro, foi apresentado o cordel – (princípios de óptica geométrica) e divididas as equipes de 3 alunos (por sorteio), cada equipe recebeu um folheto, os alunos foram levados para um espaço aberto (em frente ao auditório da escola). O professor explicou como seria a dinâmica das aulas (Figura 18):

Figura 18: Professor direcionando o estudo do cordel



Fonte: Arquivo dos autores do projeto

Nesse momento, cada aluno(a) iria declamar uma estrofe, a qual seria analisada pelo grupo para tentar entender o conteúdo exposto em cada estrofe, os alunos leram de maneira voluntária e aleatória, Figura 19. No final de cada estrofe, o professor fazia indagações sobre os tópicos expostos nas estrofes, obtendo um resultado satisfatório, na grande maioria dos casos os alunos entenderam os conceitos analisando em equipes sem o auxílio do professor que mediava o momento.

Figura 19: Aluno fazendo a leitura do cordel



Fonte: Arquivo dos autores do projeto

Percebe-se nesse momento, um ponto crucial desse trabalho onde o aluno é o centro do processo e o professor, um mediador desse momento, seguindo a teoria de Vygotsky sobre a aprendizagem mediadora (teoria exposta nos capítulos anteriores). Percebeu-se nesse momento uma grande interação por parte dos educandos, onde o professor, ao final do encontro o considerou produtivo e satisfatório.

É importante frisar que esse encontro aconteceu fora de sala de aula em um espaço aberto, no entanto pode ser feito na própria sala de aula, aconselha-se usar ambientes diversos nesse tipo de abordagem. Uma frase muito significativa que foi anotada, foi dita pela aluna A.K, onde ela falou: “*Desse jeito é muito bom de aprender física, ah se todas as aulas fossem assim*”. Nessa ocasião, a turma foi até a página 10 do cordel, as páginas seguintes ficaram para o próximo encontro.

A turma continuou o conteúdo do encontro anterior, a partir da página 10 do primeiro folheto. Esse encontro aconteceu em sala de aula, o professor reproduziu na lousa algumas figuras do cordel, para melhor visualização dos alunos, (ver a figura 23):

Figura 20: Desenhos na lousa feitos pelo professor



Fonte: Arquivo dos autores do projeto

Nesse momento, foram divididas equipes de três alunos (por ordem de chamada) e seguiu-se a mesma dinâmica da aula anterior, com cada aluno lendo uma estrofe e tentando entender o conteúdo, (ver figura 24). Pela análise do professor em sala, o resultado foi bastante satisfatório.

Figura 21: Alunos (em grupos) lendo o cordel



Fonte: Arquivo dos autores do projeto

Percebe-se durante as discussões, a compreensão do conteúdo por parte dos educandos, por exemplo, quando foi questionado sobre o princípio da propagação retilínea e o entendimento de acordo com a figura do cordel a aluna M.L disse: *“Essas placas têm que estarem alinhadas, o buraco de cada placa com seu olho e a vela”*.

Nesse momento, o professor aproveitou para realizar um experimento prático e rápido, mostrando a propagação retilínea da luz em meios homogêneos e transparentes. Utilizando um laser verde, um spray antitranspirante e o auxílio de um aluno, o professor pediu ao aluno que acionasse o spray, assim uma “nuvem de vapor” foi gerada, quando o laser foi acionado percebeu-se o caminho da luz, no meio do vapor, que era uma linha reta, como mostra a Figura 25.

Figura 22: Experimento em sala de aula sobre a propagação retilínea da luz



Fonte: Arquivo dos autores do projeto

A aluna M.E comentou: “*Nas baladas colocam fumaças, aí vemos a luz andando em linha reta*”. Quando o professor perguntou o motivo de existirem sombras a aluna M.L disse: “*porque a luz não dar curvas*”.

No tópico sobre eclipse, foi levantado o questionamento do que seria anteparo, o aluno C.D falou: “*anteparo é alguma coisa pra luz bater*”.

No tópico de princípios da luz, a aluna D.F fez um comentário interessante sobre independência dos raios de luz, ela disse: “*É como os raios de luz se ignoram*”.

No quarto encontro, foi trabalhado um exercício em grupo de três pessoas, escolhidas aleatoriamente pelos próprios alunos (exercício disponível no produto educacional desse trabalho).

O professor trouxe o exercício impresso e distribuiu nas equipes, as mesmas responderam o exercício utilizando o cordel como pesquisa e com base nas discussões realizadas em sala de aula, (ver Figura 23). Nesse momento, o professor era apenas um telespectador e os alunos podiam usar apenas o cordel como material de pesquisa. Percebeu-se uma grande interação dos alunos nessa tarefa proposta (o exercício será corrigido e retornado depois para eles com um score numérico para compor a nota bimestral).

Figura 23: Alunos lendo o cordel e discutindo para a resolução do exercício



Fonte: Arquivo dos autores do projeto

5.3.2 – CORDEL 02 – ESPELHOS PLANOS E LEIS DA REFLEXÃO: RELATOS

No quinto encontro na turma, o professor pediu, em sala de aula, se organizarem, dessa vez a atividade não foi em grupos, com o compromisso que um aluno recitava uma estrofe e os outros discutiam, a partir daí, foi começado a recitação das estrofes sobre o conteúdo: Leis da reflexão e espelhos planos, (ver Figura 24). Cada aluno leu uma estrofe e a turma discutiu em sala os conceitos abordados nas estrofes.

O professor, novamente fez um papel de mediador, às vezes fazendo perguntas, vezes só observando. Quando chegou na parte do cordel, que trata da 1ª lei da reflexão, o professor pôde observar a aluna S.V. comentar: *“Esses dois raios e a reta normal estão no mesmo plano”*, e o aluno F.M. continuou: *“ele vai bater e vai formar um ângulo, aí vai subir e vai formar outro ângulo que tem a mesma medida do primeiro”*. Percebe-se, pelas falas dos alunos, o entendimento do conteúdo em pauta que é o maior objetivo desse projeto.

Quando os alunos discutiam sobre a 2ª lei da reflexão, o aluno L.G. falou: *“Veja que essa reta normal, ela forma dois ângulos que tem o mesmo valor, são iguais”*. Nas estrofes seguintes eles se questionaram qual o conceito de espelho e a aluna M.D disse: *“Um espelho é uma superfície que reflete a luz e ela volta para o mesmo plano”*. Sobre a formação de imagens em espelhos planos, foi observado os seguintes comentários, o aluno F.M questionou pra turma: *“por que o nome no carro da polícia é invertido?”* e ele mesmo respondeu: *“Pra quando olhar no espelho tem que dar abertura pra ele passar”*.

Figura 24: Aplicação do 2º folheto



Fonte: Arquivo dos autores do projeto

Após o estudo do segundo folheto, chegava a hora de resolução de exercícios pelos alunos para a percepção de assimilação dos conteúdos em pauta.

No sexto encontro na turma, o professor trouxe uma lista de exercícios (disponível no produto educacional desse trabalho) sobre o cordel aplicado na aula anterior, pediu para que os alunos se dividissem em grupos de três integrantes e entregou uma cópia a cada grupo. Esses alunos se espalharam pela escola, cada grupo ficou em uma determinada dependência da escola, (ver Figura 24), percebe-se um grupo de alunos em frente ao Auditório da escola.

Figura 25: Alunos resolvendo o exercício em frente ao auditório da escola



Fonte: Arquivo dos autores do projeto

Na figura 28, vê-se um grupo de alunos no refeitório da escola fazendo os exercícios. O professor ficou monitorando, a condição para a realização da atividade, era que eles não poderiam usar nenhum material de pesquisa além dos folhetos de cordel.

Figura 26: Alunas resolvendo exercícios no refeitório



Fonte: Arquivo dos autores do projeto

O professor considerou a atividade bastante satisfatória, o aluno L.G. comentou: *“Dessa maneira a gente se sente confiante e bem à vontade, tornando as aulas menos cansativas”*. No final, o professor corrigiu o exercício, definiu um score por essa atividade para compor a nota bimestral dos alunos. Todos as equipes responderam o exercício proposto.

5.3.3 – CORDEL 03 – REFLEXÃO EM ESPELHOS ESFÉRICOS: RELATOS

No sétimo encontro na turma, aconteceu no pátio da escola, se deu da mesma dinâmica dos anteriores, um aluno recitava uma estrofe e os outros alunos analisavam e tentavam entender os conceitos físicos envolvidos na mesma, figura 31. Foi um encontro bastante satisfatório onde se discutiu espelhos esféricos, suas propriedades e a formação de imagens nesse tipo de espelho.

Figura 27: Aluno recitando estrofe sobre espelhos esféricos



Fonte: Arquivo dos autores do projeto

A aluna M.G. fez o seguinte comentário: *“Eu não sabia que tinham esse monte de aplicações”*. Percebeu-se que com as discussões dos próprios alunos, os mesmos deduziram várias aplicações no nosso cotidiano onde se utilizam espelhos esféricos.

Esse foi o último encontro, onde se utilizavam os folhetos para tentar entender o conteúdo propriamente dito, tendo em vista que o próximo foi uma resolução de exercícios em sala, o outro uma prova individual e o último uma entrevista em sala de aula. Percebe-se, até então, que essa dinâmica de usar cordel em sala de aula tornou as aulas mais dinâmicas e atrativas, controlando até as conversas paralelas que corriqueiramente acontecem em turmas de ensino médio, mostrando assim que o cordel é uma ferramenta bastante eficaz.

Nesse encontro, o professor trouxe um exercício impresso sobre espelhos esféricos (exercício disponível no produto educacional desse trabalho). Os alunos foram divididos em trios, eles próprios se dividiram, Figura 28, e resolveram as questões propostas. Nesse momento o professor apenas observava os alunos resolvendo os exercícios, uma vez ou outra era consultado para tirar dúvidas, no entanto, nesse momento, o professor instigou a curiosidade dos alunos para que eles próprios buscassem as respostas para os questionamentos levantados.

Figura 28: Alunos resolvendo o exercício proposto



Fonte: Arquivo dos autores do projeto

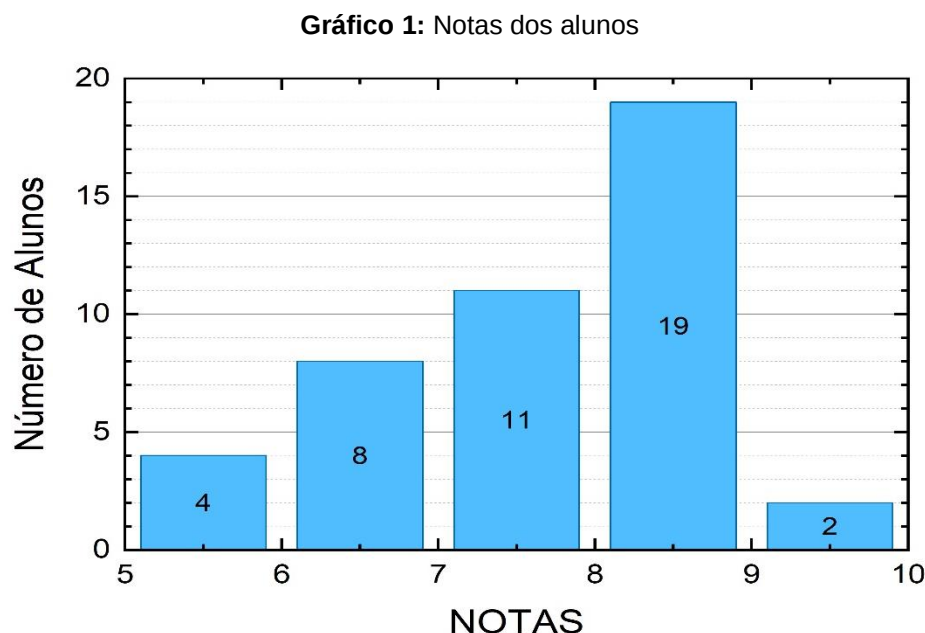
Percebeu-se uma grande interação na turma durante todo o trabalho utilizando os cordéis e uma grande satisfação dos mesmos com essa metodologia. A aluna M.F perguntou: “*Serão feitos outros cordéis de outros conteúdos?*” E finalizou afirmando: “*É muito dinâmico e prazeroso*”. Diante desses comentários, percebe-se uma grande eficácia desse trabalho com cordéis, pois prende a atenção do aluno e os torna sujeitos principais da aprendizagem.

5.3.4 – CORDEL 04 - INSTRUMENTOS ÓPTICOS

O Cordel 04 - Instrumentos ópticos não foi discutido em sala de aula, mas foram distribuídos para os alunos, em casa, fazerem uma leitura e apreciação com o intuito de perceber muito mais a poesia do que a Física propriamente dita.

5.4– ENTREVISTA E GRÁFICOS DOS RESULTADOS

No penúltimo encontro, os alunos fizeram uma prova escrita e individual onde todas as questões eram sobre os conteúdos discutidos em cada folheto, o resultado dessa prova foi bastante satisfatório. A prova foi realizada por um total de quarenta e quatro (44) alunos. **NoErro! Fonte de referência não encontrada.** abaixo, pode-se observar os resultados dos alunos da turma.



Fonte: Dados das pesquisas feita pelos autores do projeto

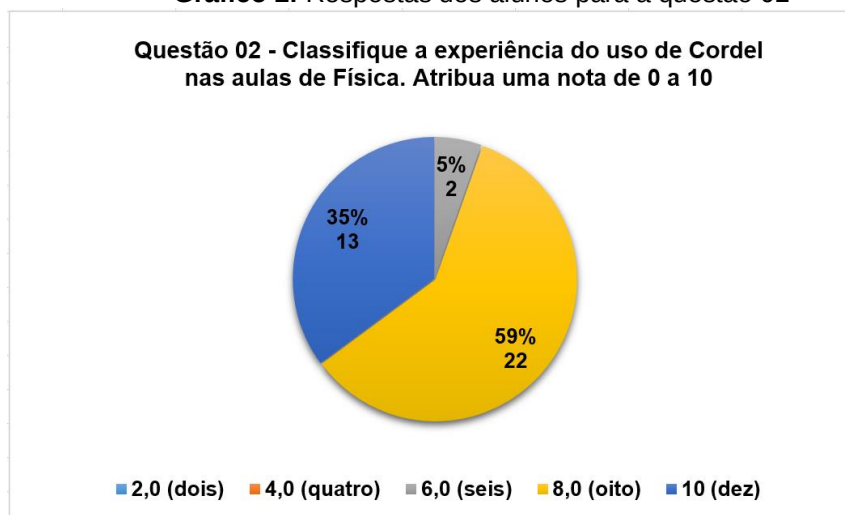
Analisando o gráfico e seus respectivos resultados, percebemos que o mesmo foi satisfatório. Esse gráfico é um histograma, onde as barras estão associadas aos intervalos de notas inteiras. Tiveram quatro (4) alunos com as notas abaixo da média que é seis (6,0), tiveram oito (8) alunos com notas maiores que seis (6,0) e menores que sete (7,0), tiveram onze (11) alunos com notas maiores que sete (7,0) e menores que oito (8,0), tiveram dezenove (19) alunos com notas maiores que oito (8) e menores que nove (9), tiveram dois (2) alunos com notas maiores que nove (9) e menores que dez (10,0) e não teve nenhum aluno com nota dez (10,0).

No último encontro, realizamos uma entrevista para analisar a opinião dos alunos depois da conclusão do projeto, onde cada aluno respondeu seu questionário individualmente, nesse encontro trinta e sete alunos (37) fizeram o questionário.

A seguir, serão apresentados os gráficos dos dados referentes às questões 02, 05, 06, 07, 09 e 10 do questionário (Anexo Z). Os resultados das questões 01, 03, 04 e 08 foram omitidos por apresentarem informações pouco relevantes por uma formulação não apropriada das perguntas para esse tipo de pesquisa.

O Erro! Fonte de referência não encontrada. 02 mostra a porcentagem das respostas dos alunos para a questão 02. Nota-se que os alunos aprovaram a experiência do uso do cordel em sala de aula 94% classificaram essa metodologia como nota 8 (oito) ou 10 (dez). Conclui-se que é uma excelente ferramenta usar os folhetos nas aulas.

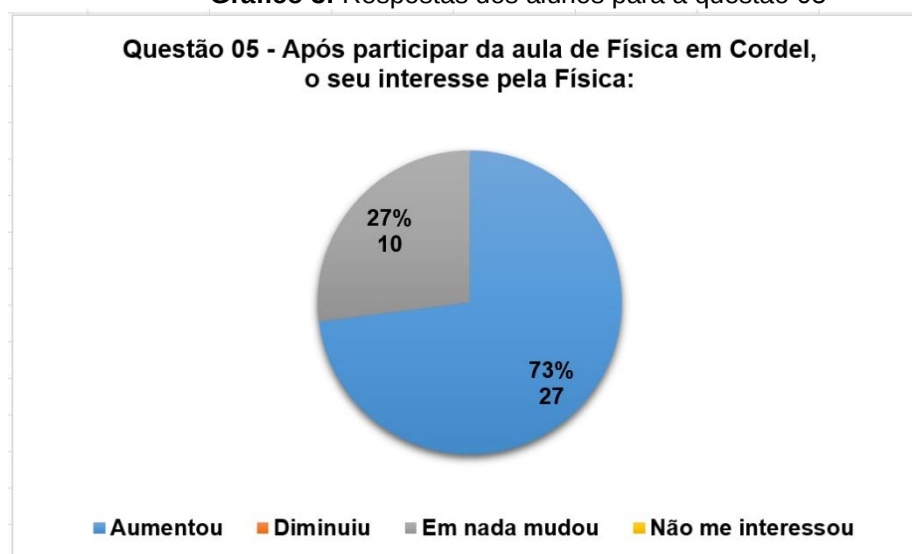
Gráfico 2: Respostas dos alunos para a questão 02



Fonte: Dados da pesquisa feita pelos autores do projeto

O **Erro! Fonte de referência não encontrada.**03 mostra as respostas dos alunos para a questão 05, no qual observa-se que 73% dos alunos aumentaram o seu interesse por Física e 27% dos alunos responderam que o interesse em nada mudou. Conclui-se que, o resultado foi bom, porém alguns alunos afirmam o interesse pela Física em nada mudou.

Gráfico 3: Respostas dos alunos para a questão 05

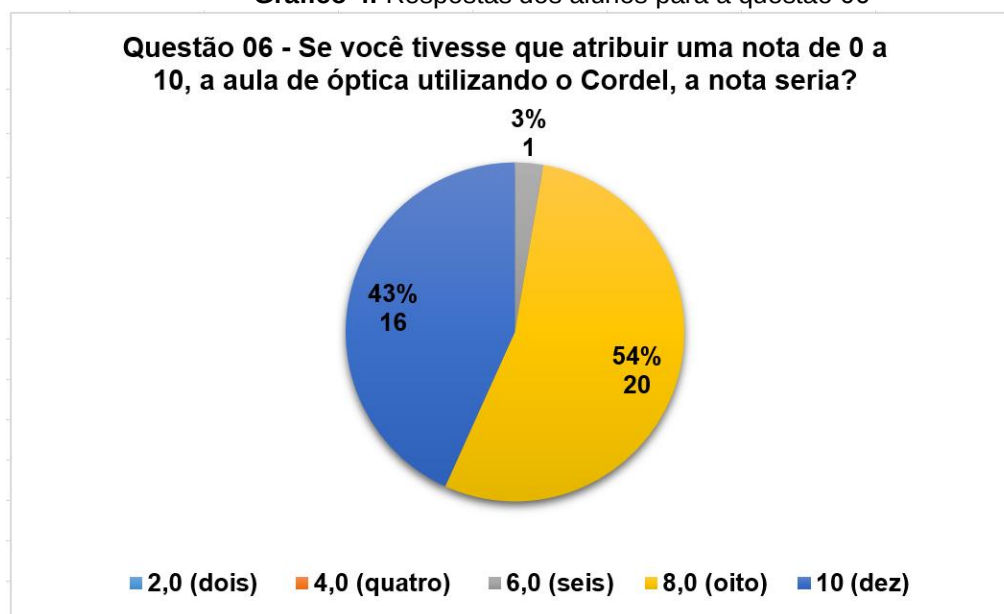


Fonte: Dados da pesquisa feita pelos autores do projeto

O Gráfico 04, a seguir, mostra as respostas dos alunos para a questão 06. O Gráfico da questão 06 mostra que a grande maioria dos alunos, cerca de 97%,

classificam as aulas com os folhetos com notas de 8,0 a 10, o que é um grande resultado alcançado com essa metodologia.

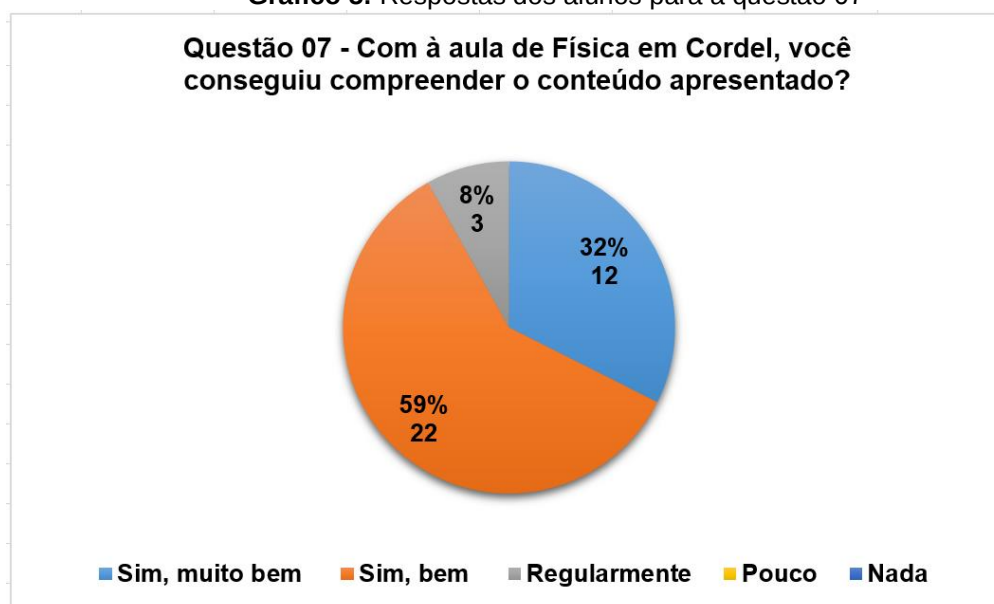
Gráfico 4: Respostas dos alunos para a questão 06



Fonte: Dados da pesquisa feita pelos autores do projeto

O Gráfico 05 mostra as das respostas dos alunos para a questão 07. Percebe-se que a grande parte dos alunos conseguiu entender os conteúdos físicos dos folhetos, fazendo com que o resultado dessa parte da compreensão também seja satisfatório.

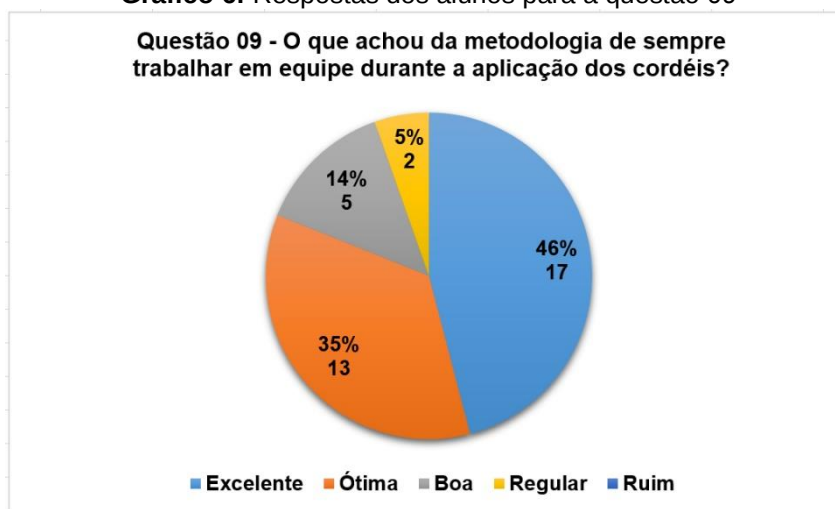
Gráfico 5: Respostas dos alunos para a questão 07



Fonte: Dados da pesquisa feita pelos autores do projeto

O Gráfico 06, mostra a porcentagem das respostas dos alunos para a questão 09. A metodologia dos folhetos também foi bem aceita pelos alunos, como pode-se notar no gráfico, percebe-se que a maioria dos alunos consideram essa metodologia como excelente ou ótima.

Gráfico 6: Respostas dos alunos para a questão 09

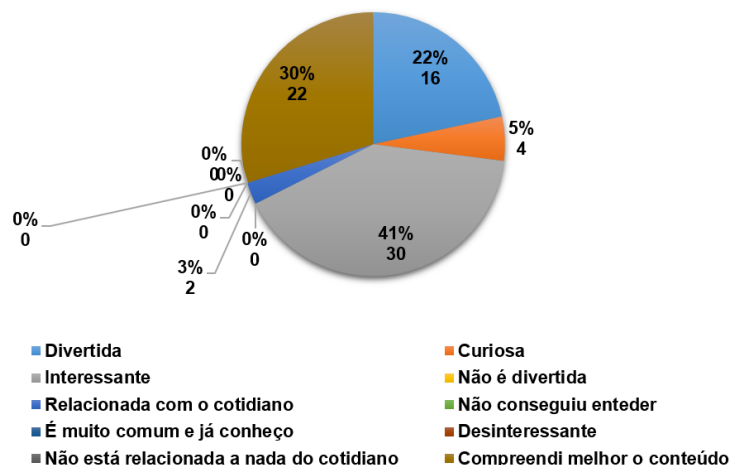


Fonte: Dados da pesquisa feita pelos autores do projeto

O Gráfico 07, a seguir, mostra a porcentagem das respostas dos alunos para a questão 10. Na questão 10 percebe-se que a maioria dos alunos (41%) achou a aula com folhetos interessante, (22%) dos alunos acho a aula divertida, (30%) dos alunos responderam que compreenderam melhor o conteúdo.

Gráfico 7: Respostas dos alunos para a questão 10

Questão 10 - O que você achou da aula de Física em Cordel? Marque apenas duas opções.



Fonte: Dados da pesquisa feita pelos autores do projeto

A questão 11 foi uma questão aberta (Escreva suas críticas e seus elogios, pontos positivos e negativos em relação a aula de Física utilizando a literatura de cordel. O que deve ser mantido? O que deve melhorar?) Foram listadas algumas respostas dos alunos para essa questão.

A aluna F.R disse: *“Este meio de ensino reflete em uma aprendizagem do conteúdo de uma forma mais dinâmica, uma vez que o material utilizado torna-se cativante por ser algo que se destinge de outros materiais, a utilização de grupos para a leitura do cordel é algo muito interessante. Um ponto a ser melhorado é a quantidade de informações contidas no cordel, para que deste modo apenas o cordel supra a necessidade de outros tipos de materiais”*. Nota-se que a aluna classifica o cordel como uma excelente ferramenta por deixar a aula mais dinâmica e interessante. A aluna relatou não ter percebido pontos negativos (ver Figura 32).

Figura 29: Comentário da aluna F.R sobre a questão 11

Este modo de ensinar reflete em um aprendizagem do conteúdo de uma forma mais dinâmica, uma vez que o material utilizado torna-se cativante por ser algo que se distingue de outros materiais, ademais a utilização de grupos para a leitura do cordel é algo muito interessante.

Um ponto a ser melhorado é a quantidade de informações contidas no cordel, para que deste modo apenas o cordel supra as necessidades de outros tipos de materiais.

Fonte: Arquivo dos autores do projeto

Uma outra anotação destaca foi a do aluno F.D quando escreveu: “*Estimula o aluno a aprender, pois desperta a curiosidade, mediante ao diferente método de ensino*”. O mesmo citou um ponto que acha negativo quando disse: “*Apesar de bem estruturado, em alguns trechos sentir dificuldade em aprender por falta de informações*”. Diante das colocações do aluno nota-se a importância dos folhetos e a importância de não ter só os cordéis como ferramenta única no processo aprendizagem, já que nenhum material é completo e acabado (ver figura 33).

Figura 30: Comentário do aluno F.D sobre a questão 11.

• Estimula o aluno a aprender, pois desperta curiosidade, mediante diferente método de ensino.

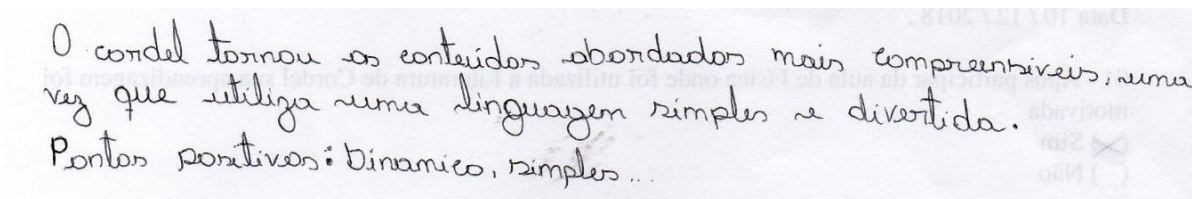
• Apesar de ser bem estruturado, em alguns trechos do cordel senti dificuldade em aprender por falta de informações.

Fonte: Arquivo dos autores do projeto

A aluna I.M comentou: “*O cordel torna dos conteúdos abordados mais compreensíveis, uma vez que utiliza uma linguagem simples e divertida*”, ressaltando

ainda que é dinâmico e simples. Percebe-se aqui que a linguagem simples do cordel é um ponto muito positivo para a aprendizagem dos alunos, (ver Figura 34).

Figura 31: Comentário da aluna I.M sobre a questão 11.

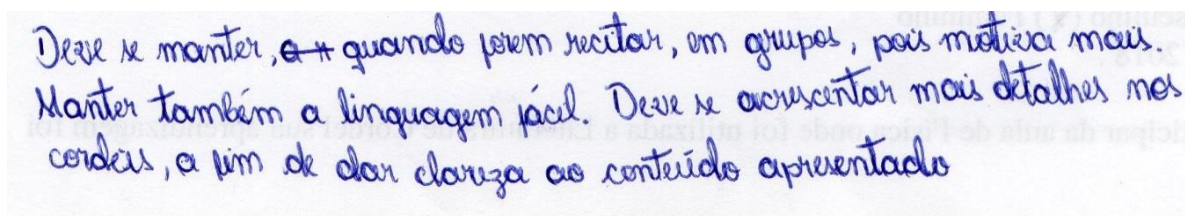


O cordel tornou os conteúdos abordados mais compreensíveis, uma vez que utiliza uma linguagem simples e divertida.
Pontos positivos: Dinâmico, simples...

Fonte: Arquivo dos autores do projeto

A aluna A.K relatou: *“Deve-se manter, quando for recitar, em grupos, pois motiva mais, manter também a linguagem fácil”*. Nesse ponto tem-se um paralelo com a teoria de Vygotsky onde existe uma interação em equipe chegando assim a motivação que é preciso para uma boa aprendizagem. A aluna A.K ainda relatou: *“Deve-se acrescentar mais detalhes nos cordéis, a fim de dar clareza ao conteúdo apresentado”*. Pode-se ver o seu comentário na figura 35.

Figura 32: Comentário da aluna A.K sobre a questão 11.



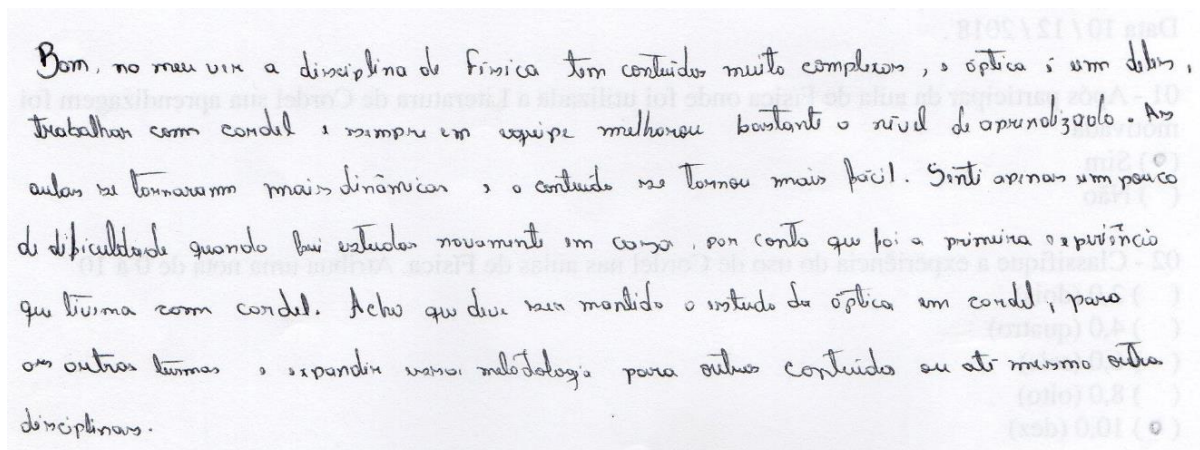
Deve se manter, ~~e~~ quando forem recitar, em grupos, pois motiva mais. Manter também a linguagem fácil. Deve se acrescentar mais detalhes nos cordéis, a fim de dar clareza ao conteúdo apresentado

Fonte: Arquivo dos autores do projeto

Percebendo a importância dos cordéis a aluna H.G disse: *“Bom, no meu ver, a disciplina de Física tem conteúdos muito complexos, óptica é um deles, trabalhar com cordel e sempre em equipe melhorou bastante o nível de aprendizado, as aulas se tornaram mais dinâmicas e o conteúdo se tornou fácil. Senti um pouco de dificuldade quando fui estudar em casa por ser a primeira experiência com cordel. Acho que deve ser mantido o estudo de óptica e cordel, para outras turmas e expandir essa*

metodologia para outros conteúdos ou até mesmo outras disciplinas”. Nota-se nesse ponto a aceitação dos alunos com essa metodologia (ver figura 36).

Figura 33: Comentário da aluna H.G sobre a questão 11.



Bom, no meu ver a disciplina de Física tem conteúdos muito complexos, e a óptica é um deles, trabalhar com cordel e sempre em equipe melhorou bastante o nível de aprendizagem. As aulas se tornaram mais dinâmicas e o conteúdo se tornou mais fácil. Senti apenas um pouco de dificuldade quando fui estudar novamente em casa, por conta que foi a primeira experiência que tive com cordel. Acho que deu um jeito o estudo da óptica em cordel, para os outros temas e expandir essa metodologia para outros conteúdos ou até mesmo outras disciplinas.

Fonte: Arquivo dos autores do projeto

Um das anotações interessantes foi a do aluno C.D que escreveu sua opinião em forma de cordel, onde disse:

*“Mestre Vanderli
Com rimas motivadoras
Você conseguiu instruí
Uma Física encantadora*

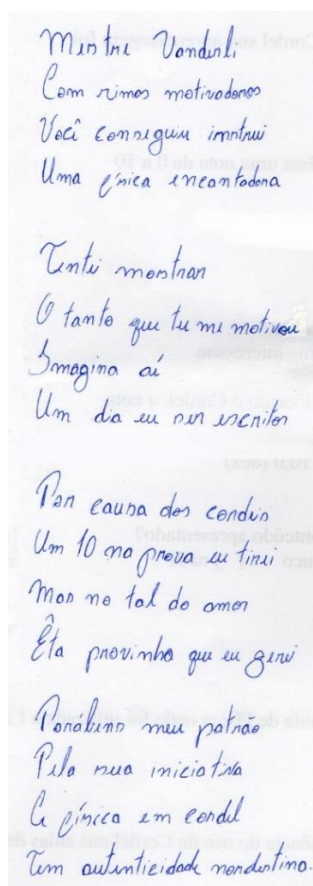
*Tentei mostrar
O quanto me motivou
Imagina aí
Um dia eu ser escritor*

*Por causa dos cordéis
Um 8 na prova tirei
Mas no tal do amor
Essa provinha zerei.*

*Parabéns meu patrão
Pela sua iniciativa
A Física em cordel
Tem autenticidade nordestina”.*

Percebe-se, no comentário do aluno, que o cordel é uma forma dinâmica de aprender, tornando a aprendizagem prazerosa, o comentário do aluno está na figura 37.

Figura 34: Comentário do aluno C.D sobre a questão 11.



Martinho Vendrali
 Com rimas motivadoras
 Você conseguiu imitar
 Uma música encantadora

Tente mostrar
 O tanto que tu me motivou
 Imagina aí
 Um dia eu sou escritor

Por causa dos cordéis
 Um 10 na prova eu tivei
 Mas no tal do amor
 É a provinha que eu girei

Parabéns meu patrão
 Pela sua iniciativa
 A música em cordel
 Tem autenticidade nórdica.

Fonte: Arquivo dos autores do projeto

Durante os estudos realizados pode-se perceber que o uso da literatura de cordel facilita o aprendizado dos alunos pelo fato de, além de ser diferente, faz com que os discentes se interessem pela aula em curso, etapa fundamental para que haja ensino e posteriormente a aprendizagem.

Dessa forma, percebe-se que os folhetos de cordéis no ensino é uma boa ferramenta para a aprendizagem do aluno já que é uma linguagem simples e acessível, tornando as aulas mais dinâmicas e divertidas.

6. CONCLUSÃO

“O saber que não vem da experiência não é realmente saber”

(Lev Vygotsky)

Analisando os dados colhidos e catalogados, o produto educacional e toda a condução do processo, desde o primeiro encontro até a entrevista final, pode-se afirmar que o folheto de cordel e a sequência proposta e aplicada é uma boa ferramenta para aprender conceitos de física.

Percebe-se que os folhetos de cordéis aplicados, e a sequência de ensino utilizada, conseguiram atingir os seus objetivos, pois analisando os resultados bimestrais dos alunos, as citações que os mesmos fizeram durante as aulas e na entrevista, isso mostra que houve uma facilidade para a aprendizagem com a aplicação desse produto educacional e dos principais conceitos de óptica geométrica. Houve uma grande interação dos alunos durante as aplicações dos cordéis e vários elogios por parte dos mesmos.

Todavia devemos estar cientes que o processo de ensino não se limita somente a aplicação de folhetos em sala de aula, deve-se utilizar outras ferramentas de ensino para uma aprendizagem satisfatória e que o cordel é só mais uma boa ferramenta para ser utilizada.

Percebendo o grande interesse dos educandos por essa ferramenta isso faz com que o professor se estimule cada vez mais a utilizar cordéis na disciplina de física e até em outras disciplinas, desde então passamos a organizar melhor as nossas aulas e entender que o aluno é o centro do processo, onde o professor é um ator coadjuvante e um mediador do conhecimento.

É importante expor que as discussões sobre óptica sempre são demoradas devido as inúmeras aplicações dos seus conceitos no cotidiano, como foi citado anteriormente, o cordel 01 não foi finalizado em apenas um encontro.

Deve-se colocar que a formação do MNPEF proporcionou novas visões de como ensinar com maneiras alternativas e aplicar no ensino público rompendo o tradicionalismo ainda presente nas escolas no nosso país. Acredita-se que as pesquisas proporcionam novas maneiras de melhorar cada vez mais o ensino de física e o desenvolvimento de produtos educacionais diversificados e suas aplicações nas escolas tornam as aulas de física mais prazerosas.

A aplicação dos cordéis nas aulas de física, além de prazeroso, mostrou que os resultados foram atingidos, formando alunos críticos-reflexivos no âmbito de metodologia

de sala de aula. Esse trabalho não tem o intuito de quantificar e sim fazer uma análise qualitativa da aprendizagem onde percebe-se que os alunos aceitaram e aprovaram a ideia de aprender usando os folhetos.

Durante todo o processo percebeu-se o entusiasmo dos alunos durante todas as aulas utilizando os cordéis, até mesmo na resolução dos exercícios, o que nos leva a concluir que essa ferramenta pode ser utilizada nas aulas de óptica geométrica.

De acordo com os fatos mencionados, fica perceptível que a sequência de ensino e a ferramenta dos folhetos de cordéis mostraram ser um excelente método de ensino-aprendizagem tornando as aulas mais dinâmicas e prazerosas onde os alunos, através da interação, conseguiram bons resultados chegando ao principal objetivo do ensino que é a aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, Amélia; RÍO, Pablo Del. **Educação e desenvolvimento: a teoria de Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Próximo**. Porto Alegre: Artmed, 1996.
- COELHO, Luana; PISONI, Silene. **Vygotsky: sua teoria e a influência na educação**. Revista e-Ped, FACOS/CNEC Osório, Vol.2, Nº1, agosto, 2012.
- DA SILVA, Gonçalo Ferreira. **Einstein – Vida, obra e pensamentos**. Folheto de cordel, dezembro de 2003.
- E-FÍSICA: ENSINO DE FÍSICA ONLINE. **Equação fundamental dos espelhos esféricos**. Disponível em: <http://efisica.if.usp.br/optica/basico/espelhos_esfericos/relacao_gauss/>. Acessado em 06 de fevereiro de 2019.
- FREEMAN, S. et al. **Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics**. [s. l.], v. 111, n. 23, 2014.
- GASPAR, Alberto. **Compreendendo a física – Ondas, Óptica e Termodinâmica**. 2. ed. Vol 2. São Paulo: Ática, 2013
- GASPAR, Alberto. **Onda, Óptica e Termodinâmica**. 3. ed. vol 3. São Paulo: Ática, 2015.
- GUIMARÃES, Ênio José Gondim. **Os Folhetos de Cordel como Ferramenta no Processor de Ensino-Aprendizagem de Física: Estudando Calor**. 2016, 120f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ensino em Física, Universidade Estadual do Ceará - UECE, Quixadá, 2016.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física: Óptica e Física Moderna**. Tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. Vol 4. 10. ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- HEWITT, Paul G. **Física conceitual**. Tradução: Trieste Freire Ricci. – 12. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2015.
- MOREIRA, Marco Antônio. **Pesquisa aplicada, desenvolvimento de produtos e redação científica**. V Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF). Blumenau/SC, Agosto de 2018.
- MOREIRA, Marco Antonio; STUDART, Nelson; VIANNA, Deise Miranda. **O Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) uma experiencia em larga escala no Brasil**. Science, Technology, Engineering, and Mathematics. Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 10, No. 4, Dec. 2016.
- MOREIRA, Marco Antonio; MASSONI, Neusa Teresinha. **Interfaces entre Teorias de Aprendizagem e Ensino de Ciências/Física**. Pós-graduação em Ensino de Física, UFRGS, v.26 n.6, 2015.

NOBRE, Francisco Augusto Silva. **Folheto de Cordel Científicos: Um catálogo e uma sequência de Ensino**. São Leopoldo: Trajetos Editorial, 2017.

OLIVEIRA, Graciela da Silva. **Ensino de Ciências e a Perspectiva Cultural: Alguns Apontamentos**. ITABAIANA: GEPIADDE, Ano 08, Volume 16 | jul./dez. de 2014.

PERES, Paula. **O que é o STEM - e como ele pode melhorar a sua aula**. Disponível em: Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/11683/o-que-e-o-stem-e-como-ele-pode-melhorar-a-sua-aula>>. Edição eletrônica de 26 de abril de 2018. Acessado em 22 de março de 2019.

PRASS, Alberto Ricardo. **Teorias de Aprendizagem**. Disponível em: ScriniaLibris.com. Acessado em 20 de abril de 2019.

ROCHA, Francisco Joacir. **A Velhice**. [Folheto], Pereiro/CE, 2017.

SANTOS, Vandeilton Gonsalves. Identidade Cultural: **O uso da literatura de cordel em sala de aula: Enfrentando a questão do livro na comunidade Mario Andreazza**. Monografia, Especialização em Fundamentos da Educação, práticas pedagógicas interdisciplinares, UEPB, João Pessoa, 2014.

SBF, Sociedade Brasileira de Física. **Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, MNPEF**. Disponível em: <<http://www1.fisica.org.br/mnpef/>>. Acessado no dia 25 de março de 2019.

SERAINE, Wilson. **Físico ‘sem fronteiras’ transforma cordel em ferramenta de trabalho**. Disponível em: <<http://portal.cbpf.br/pt-br/ultimas-noticias/fisico-sem-fronteiras-transforma-cordel-em-ferramenta-de-trabalho>>. Acessado no dia 22 de novembro de 2018.

SILVA, Anderson R. O. S; TAVARES, Márcia Andréa O. **Intervenção Interdisciplinar Através do Scratch Literatura de Cordel e a Programação de Computadores**. Revista Científica – Práticas Pedagógicas: Registros e Reflexões, Vol 01, nº 2, 2012.

SILVA, Rafaella Martins da; RAFAEL, Romário Felinto; NOBRE, Francisco Augusto Silva; ARAÚJO, Khennya Maria Gonçalves de. **Estudando Transferência De Calor Utilizando Folhetos De Cordel Científicos**. Revista do Professor de Física, Brasília, Vol. 1, N. 1, 2017.

SILVA, Silvio Profirio da; et. al. **Literatura de Cordel: Linguagem, Comunicação, Cultura, Memória e Interdisciplinaridade**. Raído, Dourados, MS, v. 4, n. 7, p. 303-322, jan/jun. 2010.

VIANA, Arievaldo. **Acorda Cordel na sala de aula**. Disponível em: <http://fotolog.terra.com.br/acorda_cordel:17>. Acessado em 31 de março de 2019.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **Pensamento e Linguagem**. Edição eletrônica: Ed Ridendo Castigat. Janeiro de 2002.

VIRTUOUS TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO. **Espelhos esféricos - Só Física.** 2008-2019. Disponível em:
<<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Reflexaodaluz/espelhoesferico.php>>.
Acessado em 05 de fevereiro de 2019.

XAVIER, Cláudio; BARRETO, Benigno. **Física – Aula por Aula.** 3ª Ed. São Paulo, FTD: 2016.

YOUNG, Hugh D; FREEDMAN, Roger A. **Física IV: Ótica e Física Moderna.** Tradução: Daniel Vieira. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

APÊNDICES – PRODUTO EDUCACIONAL