

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



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

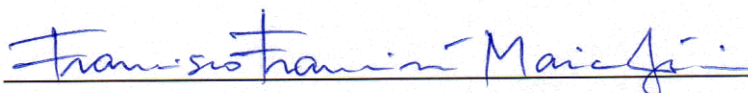
Orientador

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.

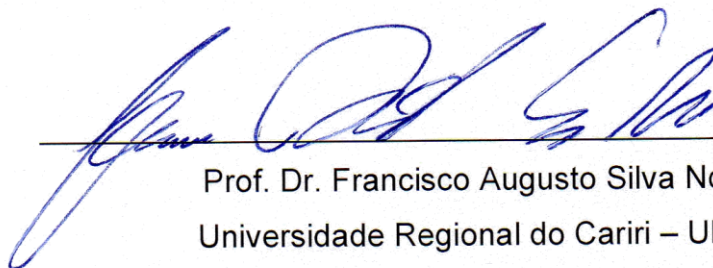
BANCA EXAMINADORA



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
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2. O CONTEÚDO DE ÓPTICA UTILIZADA NO DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO .....</b>	<b>23</b>
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
<b>3. OS FOLHETOS DE CORDÉIS NO ENSINO .....</b>	<b>37</b>
3.1 – A História dos Folhetos de Cordéis.....	37
3.2 – Aplicação de Folhetos em Salas de Aulas .....	39
<b>4. A TEORIA DA APRENDIZAGEM DE VYGOTSKY .....</b>	<b>41</b>
4.1 – A Escolha da Aprendizagem Mediadora de Vygotsky nessa Investigação.....	43
4.2 – Cordel, Cultura e Comunicação .....	44
<b>5. APLICANDO O PRODUTO EM SALA DE AULA.....</b>	<b>46</b>
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
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>73</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>75</b>



## **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 tornando 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 resposta 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 verbal<sup>1</sup>)

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

---

<sup>1</sup>Informação 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.

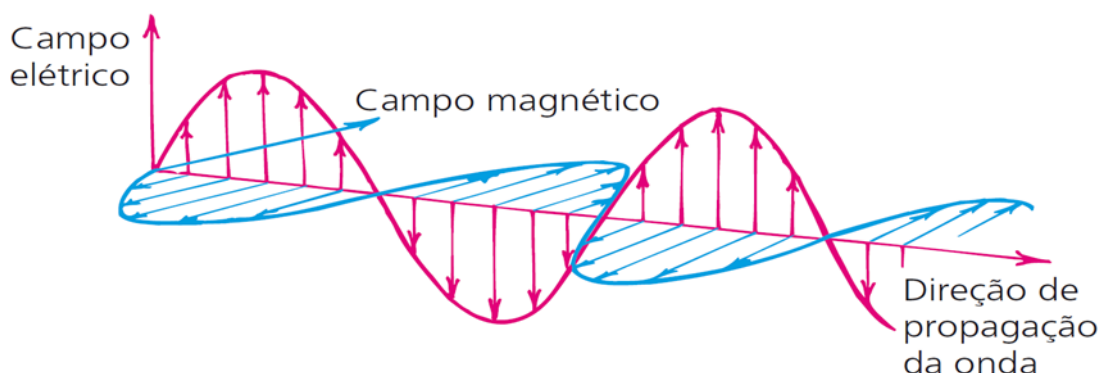
(Lev Vygotsky)

### 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 ver frequências que estão antes da luz vermelha (infravermelho) e após o violeta (ultravioleta).

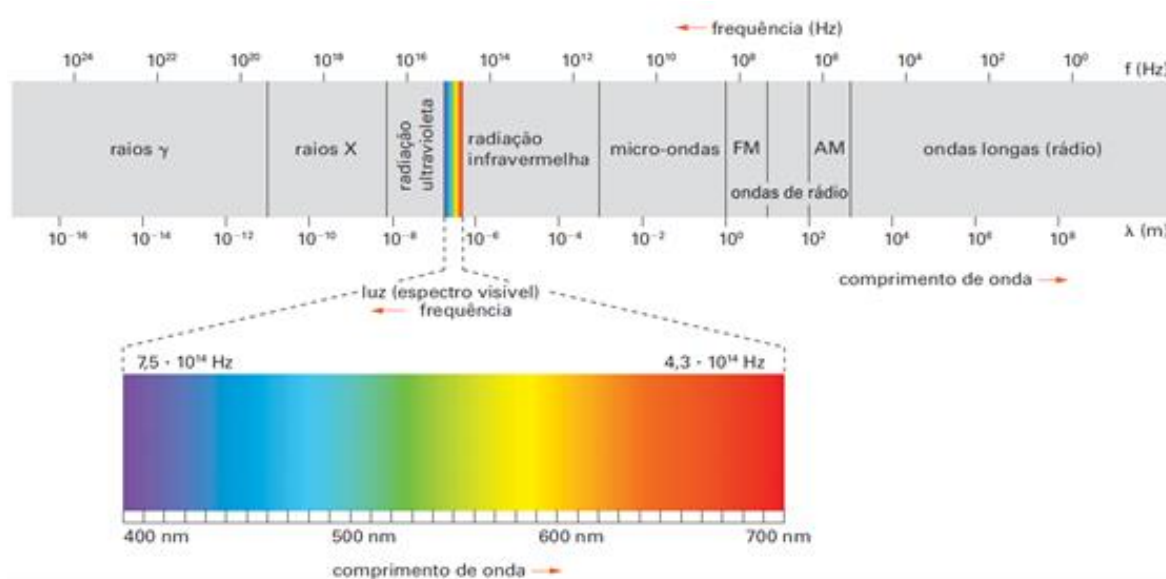
**Figura 1:** Representação de campo elétrico e magnético em uma onda eletromagnética



**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



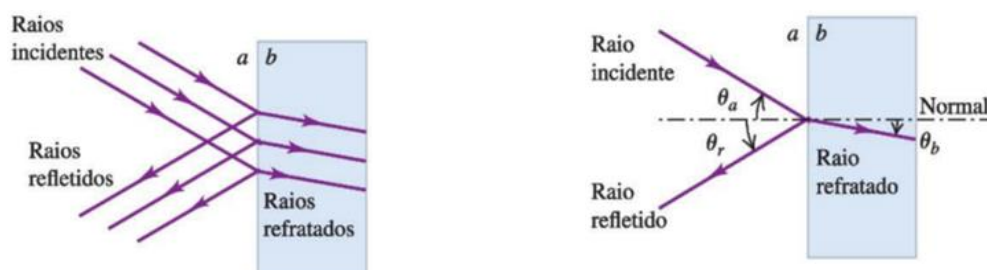
**Fonte:** Alberto Gaspar (2015)



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

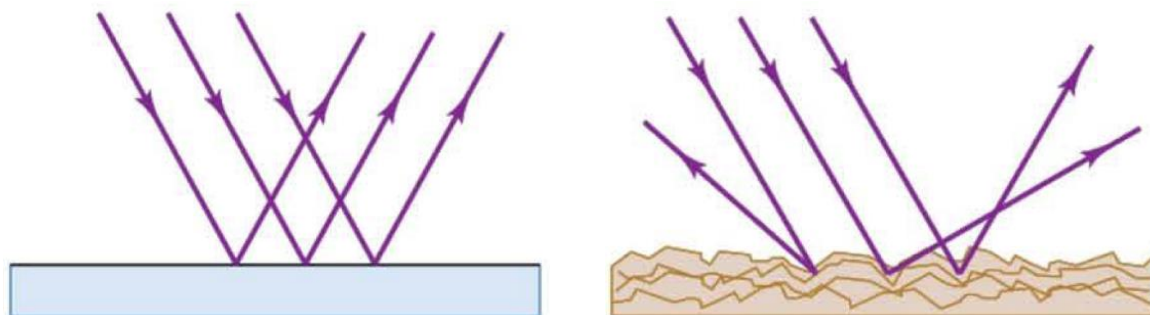
**Fonte:** Young & Freedman (2016)

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

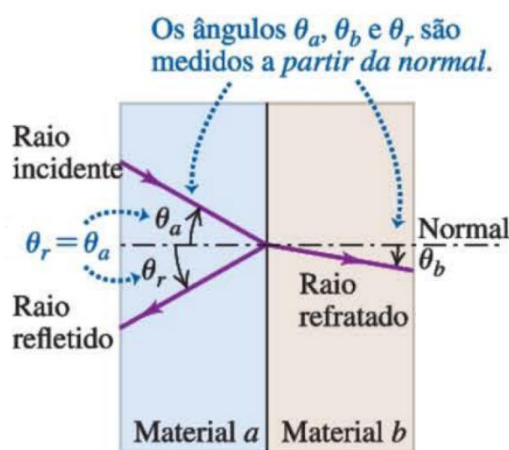


Fonte: Young & Freedman (2016)

### 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  $\theta_a$  é igual ao ângulo de incidência  $\theta_r$  para todos os comprimentos de onda e para qualquer par de materiais.

$$\theta_a = \theta_r$$

(02)

onde  $\theta_a$  é o ângulo de incidência medido a partir da reta normal e  $\theta_r$  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  $\theta_a$  e  $\theta_b$ , 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:**

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

onde  $\text{sen } \theta_a$  o seno do ângulo de incidência no meio a medido a partir da normal,  $\text{sen } \theta_b$  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).

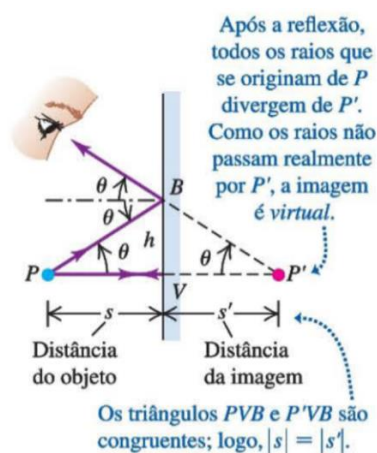
Sabemos que na óptica geométrica o raio de luz é definido como um segmento de reta orientado e um elemento geométrico, isso é importante para entendermos desde os princípios da luz até a formação de imagens em espelhos.

### 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  $s$  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.

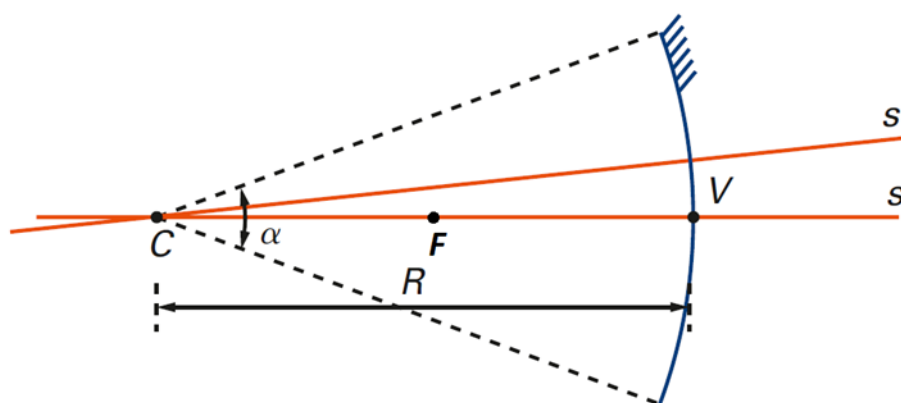
### 2.1.3 – ESPELHOS ESFÉRICOS

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  $\alpha$ , 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.

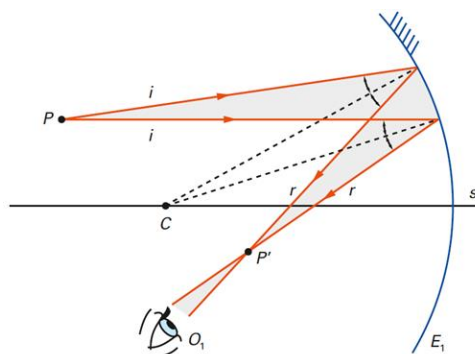
### 2.1.3.2 – IMAGEM E PONTO OBJETO CONJUGADOS POR UM ESPELHO ESFÉRICO

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:

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

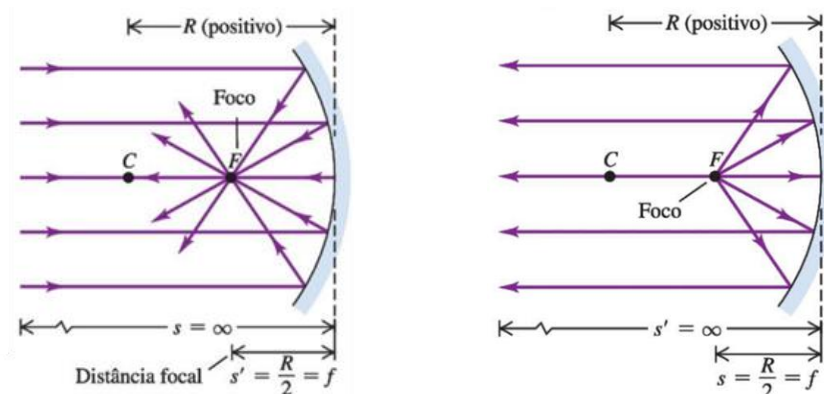
Essa situação é apresentada na Figura 10. O feixe dos raios incidentes paralelos converge, depois da reflexão no espelho esférico, para um ponto  $F$  situado a uma distância  $R/2$  do vértice do espelho. O ponto  $F$  para o qual os raios paralelos convergem é chamado de foco do espelho ou **ponto 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).

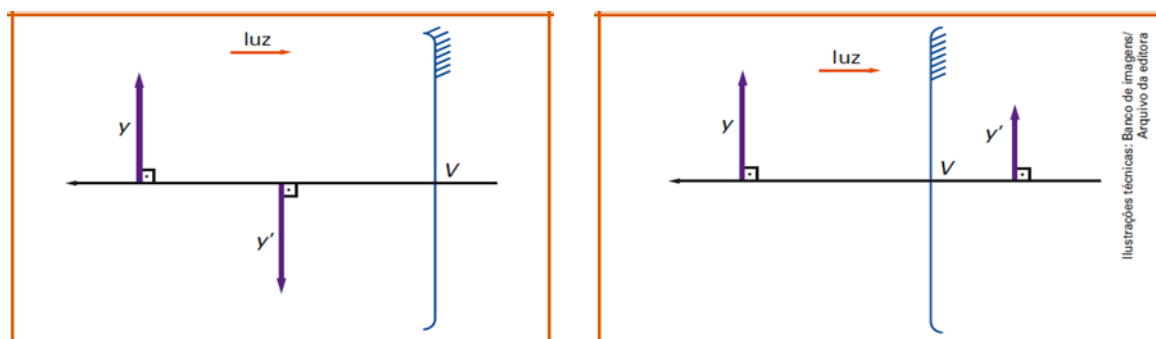


Fonte: Alberto Gaspar (2015)

#### 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

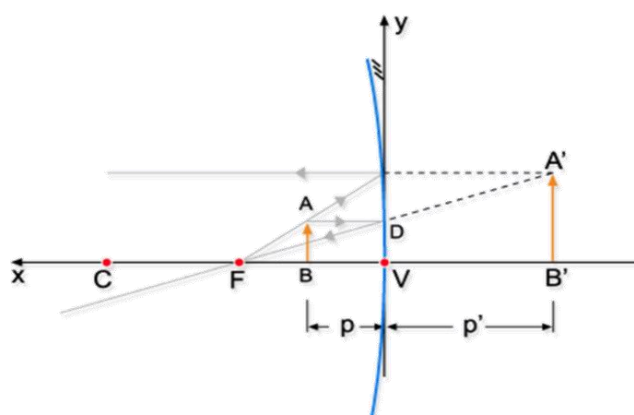
Iremos agora demonstrar a equação fundamental para os espelhos esféricos. Se conhecermos a distância focal e a posição do objeto é possível determinar, com

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><sup>2</sup>

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

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

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

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

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

<sup>2</sup> Disponível em: <[http://efisica.if.usp.br/optica/basico/espelhos\\_esfericos/relacao\\_gauss/](http://efisica.if.usp.br/optica/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:

$$\frac{f}{f - p'} = -\frac{p}{p'}$$

$$-fp' = p(f - p')$$

$$-fp' = pf - pp'$$

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

**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 conseqüentemente 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

 <p><b>DADOS BIOGRÁFICOS DO AUTOR</b></p> <p>Francisco Vanderli de Araújo é filho de Valfredo Petronilo de Araújo e Ivanilde Geraldo de Lima Araújo, nasceu em Doutor Severiano/RN, em 19 de Junho de 1983. É graduado em Física pela UERN (2008), Especialista em Ensino de Física pela URCA (2013), atualmente (2018) cursa Mestrado em Ensino de Física pela Sociedade Brasileira de Física SBF no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, pela Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA) - (Polo 09). Professor de Física da Educação básica do Estado do Ceará desde 2009.</p> <p>SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA - SBF COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI ÁRIDO - UFERSA</p> <p>ESTE MANUAL DE ORIENTAÇÕES FAZ PARTE DO PRODUTO EDUCACIONAL DE CONCLUSÃO DO MNPEF</p> <p>Autor: Francisco Vanderli de Araújo Orientador: Francisco Franciné Maia Junior Ilustrador (capa): José Walber Alves Carneiro</p> <p>APOIO:</p> 	<p><b>FÍSICA EM CORDEL - MANUAL DE ORIENTAÇÕES</b> Francisco Vanderli de Araújo &amp; Francisco Franciné Maia Junior</p>  <p>Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA - Polo 09</p>
--	--

**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

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

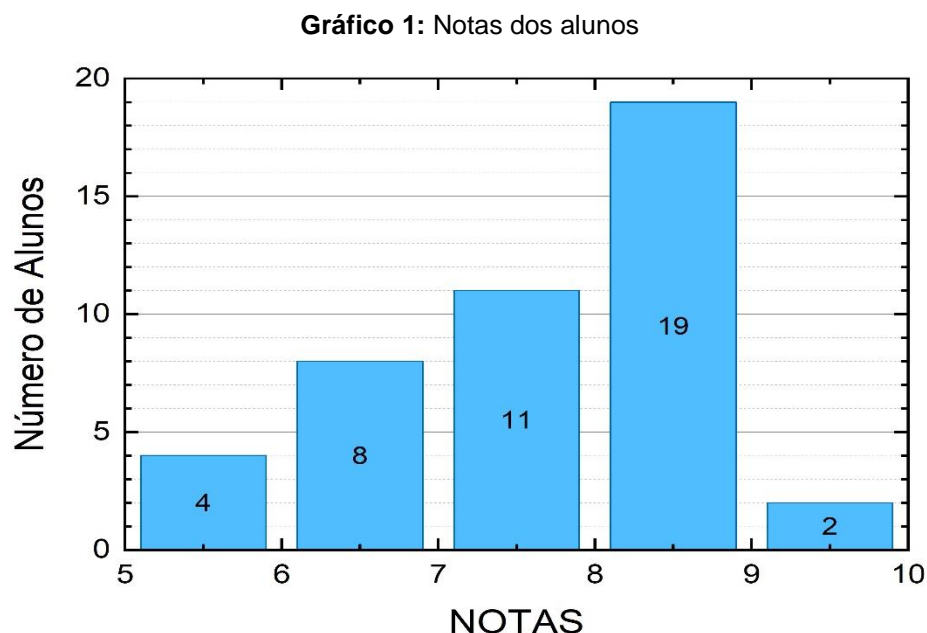
Percebeu-se uma grande interação na turma durante todo o trabalho utilizando os cordéis e uma grande satisfação dos mesmos com essa metodologia. A aluna M.F perguntou: “*Serão feitos outros cordéis de outros conteúdos?*” E finalizou afirmando: “*É muito dinâmico e prazeroso*”. Diante desses comentários, 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).

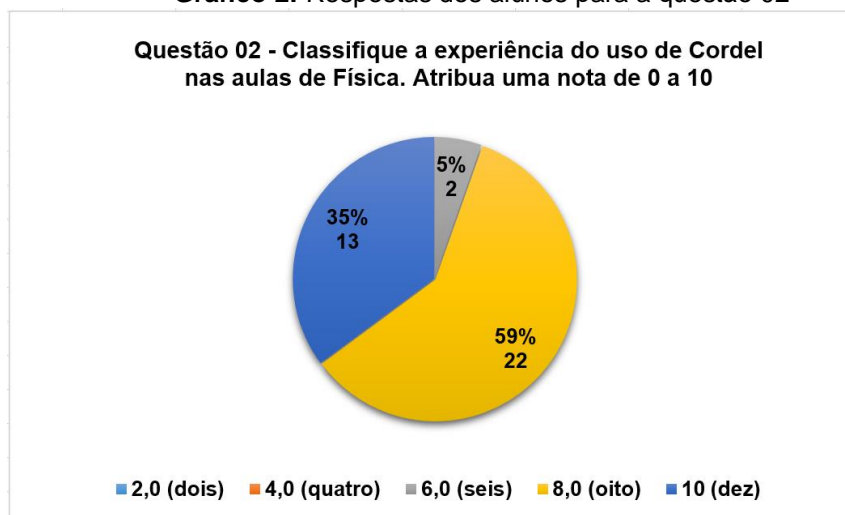
No último encontro, realizamos uma entrevista para analisar a opinião dos alunos depois da conclusão do projeto, onde cada aluno respondeu seu questionário individualmente, nesse encontro trinta e sete alunos (37) fizeram o questionário.

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

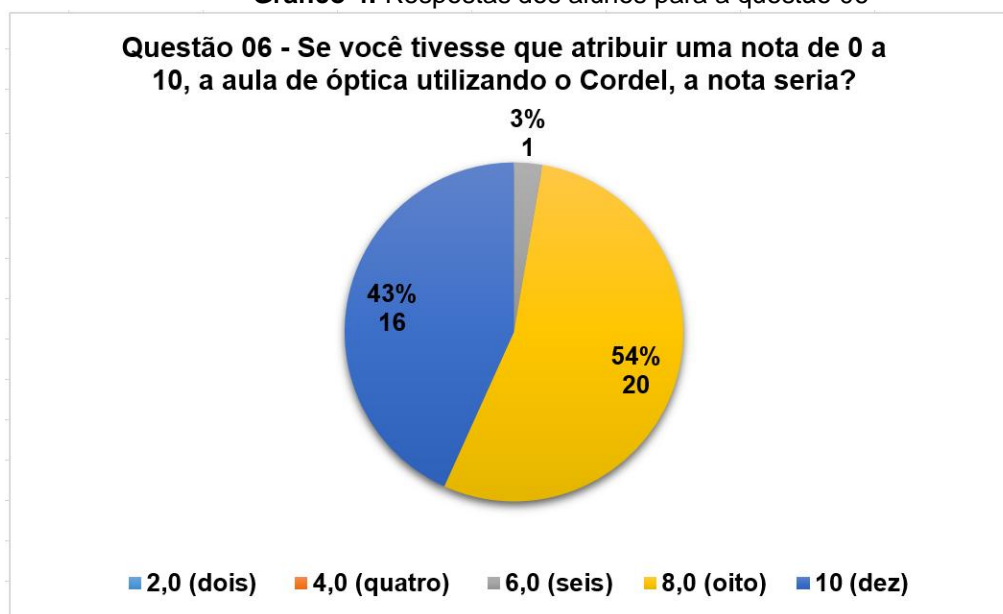


Fonte: Dados da pesquisa feita pelos autores do projeto

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.

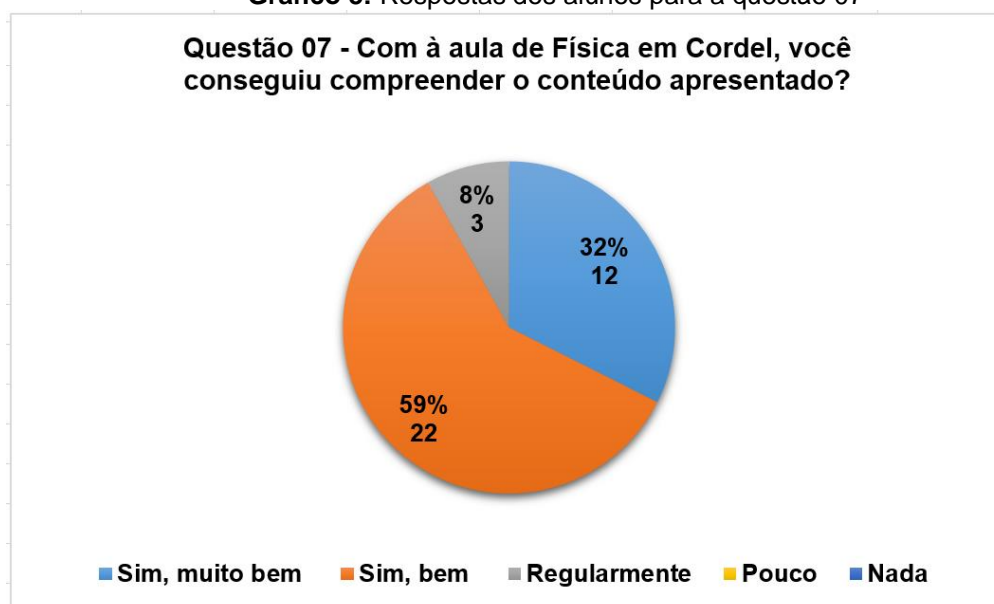
**Gráfico 4:** Respostas dos alunos para a questão 06



**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.

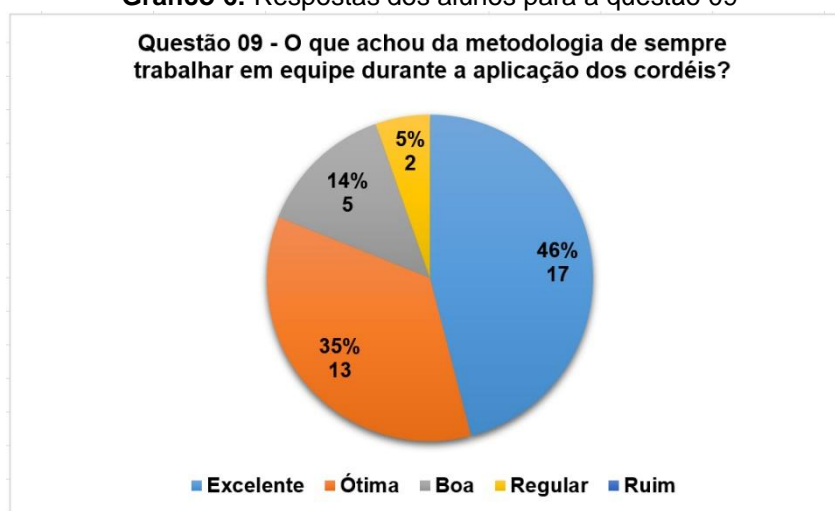
**Gráfico 5:** Respostas dos alunos para a questão 07



**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

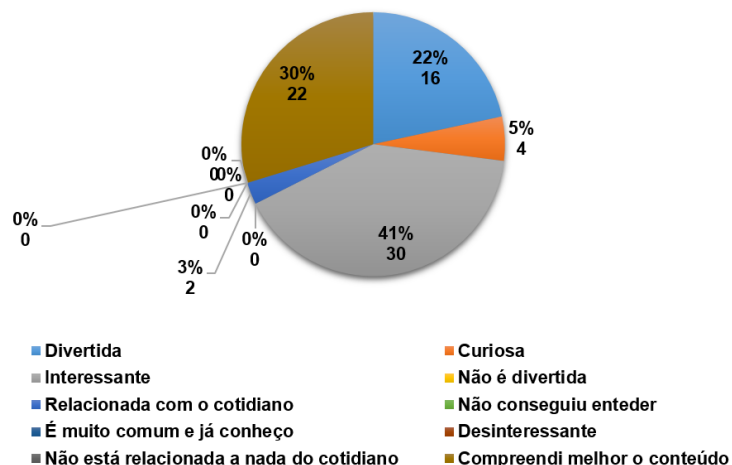


**Fonte:** Dados da pesquisa feita pelos autores do projeto

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 achou 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 destingue 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.

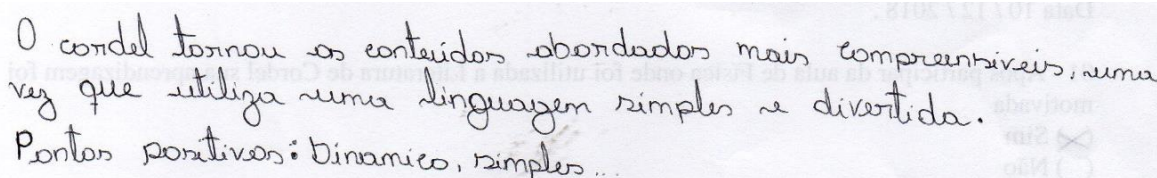
• Apesar de ser bem estruturado, em alguns trechos do cordel senti dificuldade em aprender por falta de informações.

**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.

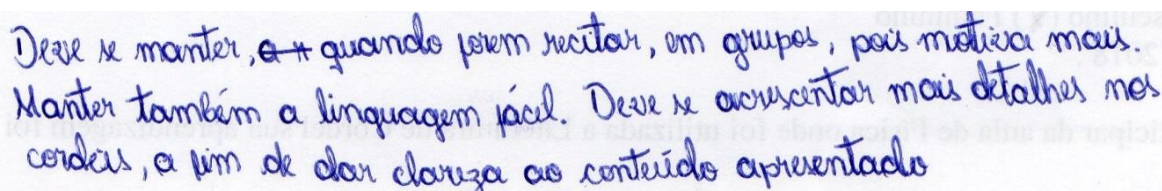


O cordel tornou os conteúdos abordados mais compreensíveis, uma vez que utiliza uma linguagem simples e divertida.  
Pontos positivos: Dinâmico, simples...

**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.



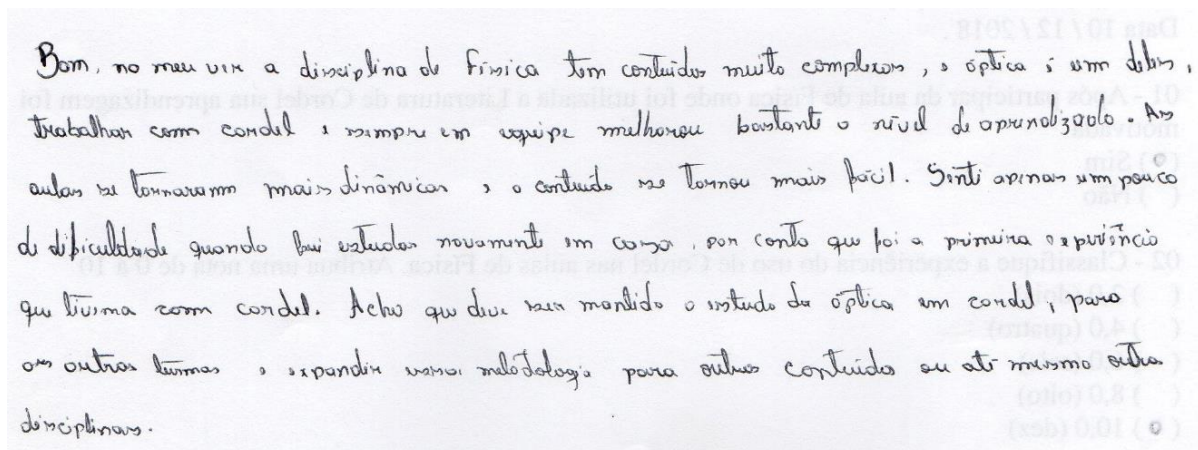
Deve se manter, ~~e~~ quando forem recitar, em grupos, pois motiva mais. Manter também a linguagem fácil. Deve se acrescentar mais detalhes nos cordéis, a fim de dar clareza ao conteúdo apresentado

**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.

Mentiu Vândali  
 Com rimos motivadores  
 Você conseguiu imitar  
 Uma única encantadora

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

Por causa dos cordéis  
 Um 10 na prova eu terei  
 Mas no tal do amor  
 É a proeza que eu gerei

Parabéns meu patrão  
 Pela sua iniciativa  
 A única em cordel  
 Com autenticidade mandatória.

**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/](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.

SERAINÉ, 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](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**

**APÊNDICE A - CORDEL 01 – ILUSTRATIVO**



#### DADOS BIAGRÁFICOS DO AUTOR

Francisco Vanderli de Araújo, é filho de Valfredo Petronilo de Araújo e Ivanilde Geraldo de Lima Araújo, nasceu em Dr. Severiano/RN, em 19 de Junho de 1983. É graduado em Física pela UERN (2008), Especialista em Ensino de Física pela URCA (2013), atualmente (2018) cursa Mestrado em Ensino de Física pela Sociedade Brasileira de Física SBF no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, pela Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA) - (Polo 09). Professor de Física da Educação básica do Estado do Ceará desde 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA - SBF

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI ÁRIDO - UFERSA

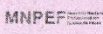
ESTE FOLHETO DE CORDEL FAZ PARTE DO PRODUTO EDUCACIONAL DE CONCLUSÃO DO MNPEF

Autor: Francisco Vanderli de Araújo

Orientador: Francisco Francinê Maia Junior

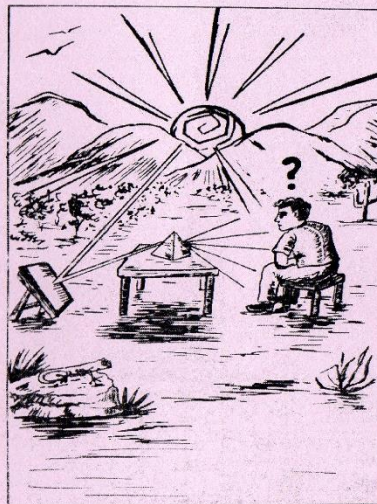
Ilustrador (capa): José Welber Alves Carneiro

APOIO:



## Física em Cordel

### CONCEITOS DE ÓPTICA GEOMÉTRICA



Francisco Vanderli de Araújo

Nesse cordel vou falar  
 Dos mais diversos assuntos  
 Mas o foco vai ser óptica  
 Com a luz e seus conjuntos  
 Mostrar que física e cordel  
 Podem caminhar bem juntos

Dos mais diversos assuntos  
 Que esse cordel conduz  
 O nosso foco é a óptica  
 Onde estudaremos: luz  
 Óptica física e geométrica  
 É um tema que seduz

Óptica é o estudo da luz  
 Disso eu tenho certeza  
 Na óptica física veremos  
 Luz é onda e sua beleza  
 Comportamento ondulatório  
 Essa é a sua natureza



Posso afirmar com firmeza  
Sem nenhum erro de métrica  
Estudar fenômenos da luz  
E pra óptica geométrica  
Onde sua propagação  
Tem um toque de simétrica

Teve discussão na época  
Será que a luz tem dureza?  
Geraram grandes debates  
Perdurava uma incerteza  
Todos queriam saber  
Qual a sua natureza

Pra Newton era certeza  
Que a luz partículas tinha  
Já o Huygens acreditava  
Que de uma onda ela vinha  
Se era partícula ou onda  
Foi gigante a picuinha

[02]

Alguns sabiam que tinha  
Corpos que a luz emite  
Produzem sua própria luz  
E para o meio transmite  
Chamadas fontes primárias  
Assim o homem admite



Tem corpo que tem limite  
Pois não conseguem brilhar  
Não produzem sua luz  
Pra poder se destacar  
São as fontes secundárias  
Que acabei de falar



Do tamanho vou destacar  
E seus pontos principais  
A classificação das fontes  
De luz e os seus sinais  
Vamos classifica-las em:  
Extensas ou pontuais

[03]

Quando elas são pontuais  
Tem dimensão pequenina  
Em relação a distância  
Do corpo que ela ilumina  
Imagine uma sala gigante  
E a fonte é uma lamparina



Tem fonte que predomina,  
Seu tamanho é destacado  
Em relação a um corpo  
Que tá sendo iluminado;  
Chamada de fonte extensa  
Seu tamanho é considerado



Como está representado  
O famoso raio de luz  
Um elemento geométrico  
Que uma seta conduz  
Um segmento de reta  
Aponta o caminho da luz

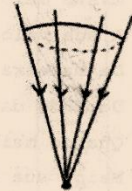


[04]

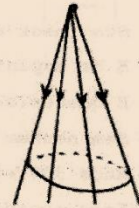
Outro assunto que seduz  
É quando tem raios juntos  
Ou chamo feixe de luz  
O nome desses conjuntos  
Ou também pincel de luz  
Classifico esses assuntos



Falando desses conjuntos  
Pincel de luz vai a frente  
Quando reto é paralelo  
Quando fecha é convergente  
Ainda podem se abrir,  
Eu chamo de divergente



Uma coisa surpreendente  
Que vou chamar atenção  
É a velocidade da luz  
Na sua propagação  
Em vez de "v" uso "c"  
Na sua representação



[05]

É de espantar meu irmão  
 O que agora vou falar  
 A velocidade da luz  
 Que se propaga no ar  
 Não existe velocidade  
 Que lhe possa superar

Mas o meio pode mudar  
 A sua velocidade  
 De maneira bem geral  
 Depende da densidade  
 Quando mais denso o meio  
 Maior sua dificuldade

Sua maior velocidade  
 E de espantar todo mundo  
 É quando ela está no vácuo  
 Sem nenhum plano de fundo  
 Anda 300 mil quilômetros  
 Isso a cada segundo

[06]

$c = 299\,792\,458 \text{ km/s} \approx 300\,000 \text{ km/s}$

Pra medir no nosso mundo  
 Uso régua, trena e compasso  
 Mas para medir lá fora  
 Coisas grandes, como faço  
 Para medir as distâncias  
 Lá em cima, no espaço?

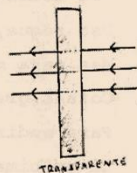
Para medir no espaço  
 E não me causar engano  
 Uma medida adequada  
 É o ano luz, meu mano  
 É a distância que a luz  
 Percorre em todo um ano

Para não lhe causar engano  
 Sugiro que preste atenção  
 Quando a luz chega no corpo  
 Pode atravessar ou não  
 Agora eu vou falar  
 Dos meios de propagação

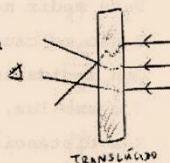
[07]

$1 \text{ ano luz} = 9,5 \cdot 10^{13} \text{ km}$

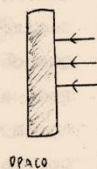
Eu quero sua atenção  
 Para que fique evidente  
 Se a luz atravessa o corpo  
 Seguindo regularmente  
 Com certeza posso afirmar  
 Esse meio é transparente



Não tire da sua mente  
 Que quando a luz atravessa  
 E os seus raios de luz  
 Do outro lado se dispersa  
 Esse é o meio translúcido  
 A luz assim se processa



Quando a luz não atravessa  
 Eu não vejo do outro lado  
 Nesse caso o corpo é opaco  
 É assim que é chamado  
 Meios de propagação  
 Ficou aqui detalhado



[08]

É importante tá ligado  
 Tem uma observação  
 Usamos o meio opaco  
 Pra melhor compreensão  
 Afirmar que a luz não passa  
 Depende da radiação

Outro ponto de atenção  
 Pra não faltar as verdades  
 É dizer que o meio homogêneo  
 Tem suas propriedades  
 Iguais em todos os pontos  
 Sem causar diversidades

Com mesmas finalidades  
 E com essa mesma essência  
 Falaremos de princípios  
 Cito a independência  
 Propagação retilínea  
 Falarei com eficiência

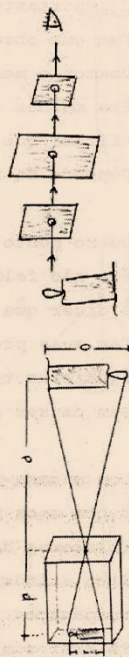
[09]

Temos que tomar ciência  
 E precisaremos citar  
 A reversibilidade  
 Esses três vamos estudar  
 E agora individualmente  
 De cada um vou falar

Da propagação vou citar  
 Cumprindo mais uma meta  
 Se o meio for homogêneo  
 A luz faz papel de seta  
 Corta de uma ponta a outra  
 E sempre em linha reta

Como uma câmara secreta  
 Vemos que na câmara escura  
 Comprovamos esse princípio  
 De uma forma bem segura  
 A imagem de ponta a cabeça  
 No fundo da estrutura

[10]

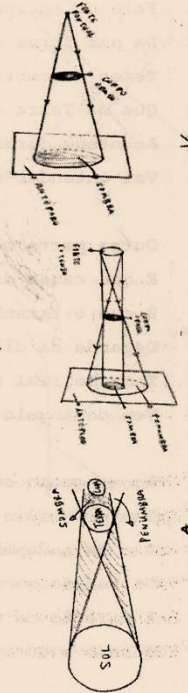


Se a região é escura  
 Se a fonte pontual for  
 Eu chamo isso de sombra  
 Porque a luz não passou  
 O formato do objeto  
 No anteparo ficou

Se a fonte extensa for  
 Temos a sombra formada  
 E uma sombra secundária  
 Que de penumbra é chamada  
 Somente parte dos raios  
 Chegou na parte mostrada

De maneira ilustrada  
 Falo de eclipse lunar  
 Onde a sombra da terra  
 Na lua se projetará  
 Olhando a figura ao lado  
 É fácil de se explicar

[11]

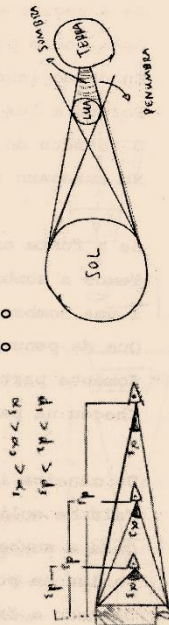


Falo de eclipse solar  
 De uma forma detalhada  
 Temos a sombra de lua  
 Que na Terra é projetada  
 Acontece durante o dia  
 Vai entender essa parada

Outra parte que é falada  
 E que causa discussão  
 É que o tamanho de um corpo  
 Depende da distância, irmão  
 Tamanho real e virtual  
 Vem do ângulo de visão

Agora quero sua atenção  
 Dum princípio eu vou falar  
 É o da independência  
 Da luz ao se propagar  
 A direção de um raio  
 Quando o outro cruzar

[12]

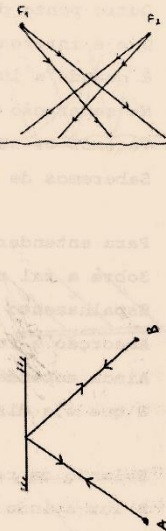


Se o feixe de luz achar  
 Outro feixe viajando  
 Continua seu caminho  
 Os dois se ignorando  
 Cada um vai pra seu canto  
 Não ficam se atrapalhando

Vou continuar comentando  
 E agora vou destacar  
 A tal reversibilidade  
 A luz sai de um ponto "A"  
 E atinge um ponto "B"  
 Pro "A" poderá voltar

Só pra melhor ilustrar  
 Se houver reflexão  
 A luz volta pra onde saiu  
 Havendo uma inversão  
 E a reversibilidade  
 As vezes causa diversão

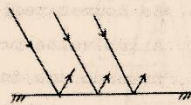
[13]



Outro ponto de discursão  
 Que é interessante, creio  
 É quando a luz chega  
 Na separação com outro meio  
 Veremos os seus fenômenos  
 Saberemos de onde veio

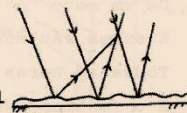
Para entender muito leio  
 Sobre a tal reflexão  
 Espalhamento da luz  
 Absorção e refração  
 Ainda entenderemos  
 O que é a dispersão

Falando de reflexão  
 A luz saindo de um meio  
 Retorna ao meio origem  
 Como um carro sem freio  
 Sem mudar a velocidade  
 Do mesmo lugar que veio

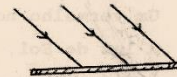


[14]

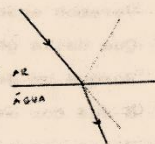
A luz voltando pro meio  
 E se a direção mudar  
 Nesse caso ela é difusa  
 Ou então é regular  
 Se não muda ela é normal  
 Espere que vou explicar



Quando a luz se propagar  
 E não houver reflexão  
 Se a superfície aquecer  
 Eu falo de absorção  
 Energia luminosa em térmica  
 Acontece a conversão

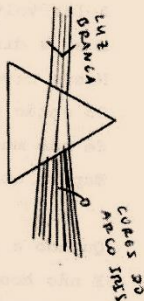


Vou falar de refração  
 É quando a luz ultrapassa  
 De um meio "A" para um "B"  
 Sofre desvio quando passa  
 Porque a sua velocidade  
 Muda quando ela transpassa



[15]

Se a luz policromática passa  
 De um meio "A" para um "B"  
 E esses são diferentes  
 Todas as cores irão aparecer  
 É o fenômeno da dispersão  
 E é bonito de se ver

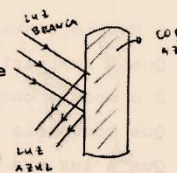


No fim da tarde se ver  
 Um vermelho no firmamento  
 A luz do Sol, que é branca  
 Acontece um espalhamento  
 Se espalha na atmosfera  
 Espalha o azul no momento

Veremos agora um elemento  
 Que deixa gente intrigada  
 Porque um corpo é azul?  
 E sua cor avermelhada?  
 Vamos entender o motivo  
 Pra essa cor ser formada

[16]

E isso não vem do nada  
 É a luz que determina  
 A cor de um corpo depende  
 Da luz que o ilumina  
 Aí a cor é formada  
 E chega a sua retina



A cor que o discrimina  
 É a cor que ele reflete  
 Absorve as outras cores  
 E nenhuma delas submete  
 De volta pra o ambiente  
 O resto ao olho compete

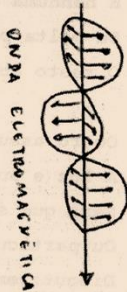
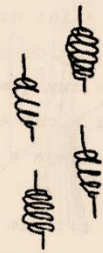
Outro assunto submete  
 A luz e sua natureza  
 Será que é mesmo onda  
 Ou partícula, com certeza?  
 Discutiremos agora  
 Pra acabar a incerteza

[17]

O Newton tinha certeza  
Que a luz partícula era  
É o modelo corpuscular  
Que convencia a galera  
Que a luz era de partículas  
Redondinhas como esfera

Se a luz partícula era  
Newton explicou reflexão  
Porém a sua hipótese  
Teve uma grande inversão  
Quando não se aplicava  
Estudando a refração

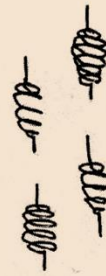
Sentado numa cadeira  
Huygens descansando estava  
Jogou dois feixes de luz  
E viu quando se cruzava  
Se a luz fosse partícula  
Ela ali se desviava



[18]

Grande discussão estava  
Um tema fenomenal  
Hoje sabemos que luz  
Ser duas coisas é normal  
É esse comportamento  
Nós chamamos de dual

Um método sensacional  
Que deve ser repetido  
Nesses conceitos de óptica  
O objetivo foi cumprido  
Com folhetos de papel  
Aprendemos que o cordel  
É prazeroso e divertido



[19]

**APÊNDICE B - CORDEL 02 – ILUSTRATIVO**



#### DADOS BIOGRÁFICOS DO AUTOR

Francisco Vanderli de Araújo, é filho de Valfredo Petronilo de Araújo e Ivanilde Geraldo de Lima Araújo, nasceu em Doutor Severiano/RN, em 19 de Junho de 1983. É graduado em Física pela UERN (2008), Especialista em Ensino de Física pela URCA (2013), atualmente (2018), cursa Mestrado em Ensino de Física pela Sociedade Brasileira de Física SBF no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, pela Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA) - (Polo 09). Professor de Física da Educação básica do Estado do Ceará desde 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA - SBF

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI ÁRIDO - UFERSA

ESTE FOLHETO DE CORDEL FAZ PARTE DO PRODUTO EDUCACIONAL DE CONCLUSÃO DO MNPEF

Autor: Francisco Vanderli de Araújo

Orientador: Francisco Franciné Maia Junior

Ilustrador (capa): José Walber Alves Carneiro

APOIO:



## Física em Cordel

### ESPELHOS PLANOS: LEIS DA REFLEXÃO



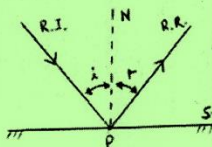
Francisco Vanderli de Araújo

Na reflexão da luz  
Eu agora vou falar  
Numa superfície reflete  
E isso vamos estudar  
Aqui a luz é partícula  
O modelo corpuscular

Sabemos da reflexão  
E seu nome de onde veio  
Considere um raio de luz  
Sem achar nenhum bloqueio  
Toca numa superfície  
E retorna ao mesmo meio

Em uma superfície "S"  
Quando um raio incidente  
Que chamamos de "R.I."  
De maneira eficiente  
Na superfície reflete  
Tudo geometricamente

[01]



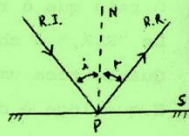
O raio que é refletido  
De "R.R." é chamado  
Quando toca um ponto "P"  
E que logo é desviado  
Retorna pra o mesmo meio  
E permite ser estudado

Partindo do ponto "P"  
Uma reta eu vou traçar  
Chamo de reta normal  
Assim vou classificar  
Em relação a superfície  
Ela é perpendicular

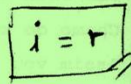
O raio incidente forma  
Um ângulo com a reta normal  
O raio refletido também  
Forma um ângulo igual  
Os dois tem o mesmo valor  
Pode medir pessoal

[02]

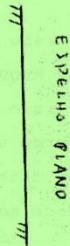
Das Leis da reflexão  
 A primeira é genial  
 Raio incide e retorna  
 Junto com a reta normal  
 Pertencem ao mesmo plano  
 De maneira natural



A 2ª lei entendemos  
 Como ela é bem atendida  
 Que o ângulo de incidência  
 E o de reflexão pretendida  
 Analisando percebemos  
 Que tem a mesma medida



E agora de espelhos  
 Nesse cordel vou falar  
 Uma superfície plana  
 De Espelho posso chamar  
 Que a luz possa refletir  
 E pra o mesmo meio voltar



[03]

Já ouviu falar de Narciso?  
 No espelho d'água se olhou  
 A água reflete a imagem  
 Que no olho dele entrou  
 Se apaixonando por ela  
 Pulou na água e se afogou

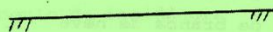
Nas histórias infantis  
 Ninguém jamais esqueceu  
 O conto de branca de neve  
 Que nem com veneno morreu  
 A bruxa pergunta ao espelho  
 Quem é mais bela que eu?

Numa lenda de Arquimedes  
 Espelhos foram usados  
 Foram "mirados" no mar  
 E barcos foram queimados  
 Uns inimigos cegaram  
 Outros morreram afogados

[04]

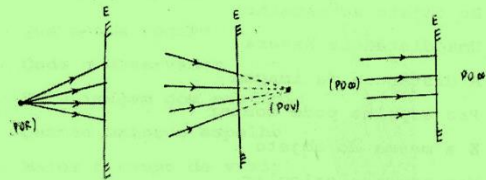
Tem vários tipos de espelhos  
 Mas só em dois vou focar  
 ESFÉRICO é côncavo ou convexo  
 E do PLANO eu vou explanar  
 Você usa em sua casa  
 Todo dia pra se olhar

ESPELHO PLANO

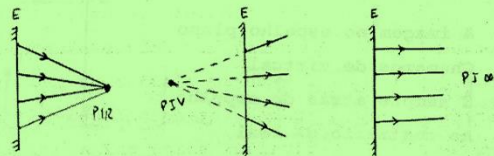


Chamamos ponto objeto  
 Quando a luz é emitida  
 Chamamos de ponto imagem  
 Quando ela é refletida  
 Imagem real ou virtual  
 Vai de onde é construída

[05]



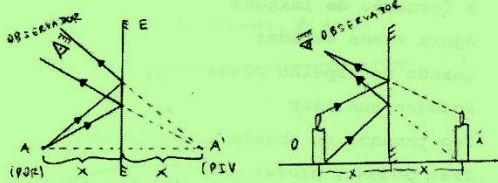
A formação de imagens  
 Agora vamos estudar  
 Quando no espelho plano  
 Podemos analisar  
 Tem tamanho do objeto  
 Isso podemos provar



[06]



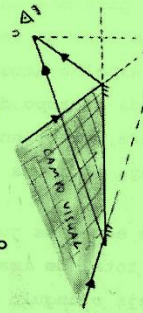
Do objeto ao espelho  
 Uma distância haverá  
 A distância da imagem  
 Pro espelho pode contar  
 É a mesma do objeto  
 Nem precisa calcular



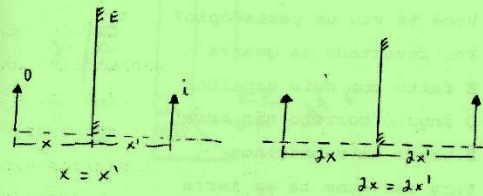
A imagem no espelho plano  
 Chamamos de virtual  
 É sempre atrás do espelho  
 Ao contrário da real  
 E chamamos de direita  
 De uma maneira formal

[07]

Temos o campo visual  
 Que é uma região  
 Onde o observador  
 Vê a imagem com exatidão  
 Quanto maior o espelho  
 Maior o campo de visão

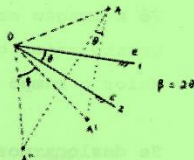


Se deslocarmos um espelho  
 A imagem muda a posição  
 Afastando o espelho  
 A imagem se afasta, irmão  
 Sem perder a simetria  
 Sem perder a perfeição



[08]

Se girarmos um espelho  
 Num eixo de rotação  
 O espelho descreve um ângulo  
 Muda o campo de visão  
 Para melhor entender  
 Veja a figura em questão



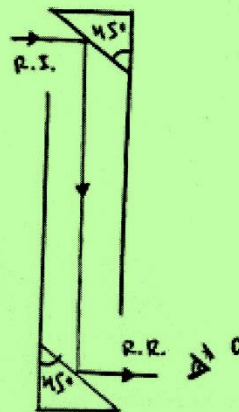
Em espelhos justapostos  
 O total de imagem formada  
 Veja o ângulo dos espelhos  
 Digo de maneira rimada  
 Como explica a equação  
 Ao lado bem detalhada

Você já viu um periscópio?  
 Foi inventado na guerra  
 É feito com dois espelhos  
 O ângulo correto não erra  
 É usado em submarinos  
 Para ver quem tá em terra

[09]

$$N = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

Até parece uma mágica  
 Como a imagem é formada  
 Mesmo por trás de objetos  
 Veja a imagem desenhada  
 Com duas reflexões  
 A imagem é explicada



[10]

## **APÊNDICE C - CORDEL 03 – ILUSTRATIVO**



#### DADOS BIOGRÁFICOS DO AUTOR

Francisco Vanderli de Araújo é filho de Valfredo Petronilo de Araújo e Ivanilde Geraldo de Lima Araújo, nasceu em Doutor Severiano/RN, em 19 de Junho de 1983. É graduado em Física pela UERN (2008), Especialista em Ensino de Física pela URCA (2013), atualmente (2018) cursa Mestrado em Ensino de Física pela Sociedade Brasileira de Física SBF no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, pela Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA) - (Polo 09). Professor de Física da Educação básica do Estado do Ceará desde 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA - SBF  
 COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES  
 MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF  
 UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI ÁRIDO - UFERSA

ESTE FOLHETO DE CORDEL FAZ PARTE DO PRODUTO EDUCACIONAL DE CONCLUSÃO DO MNPEF

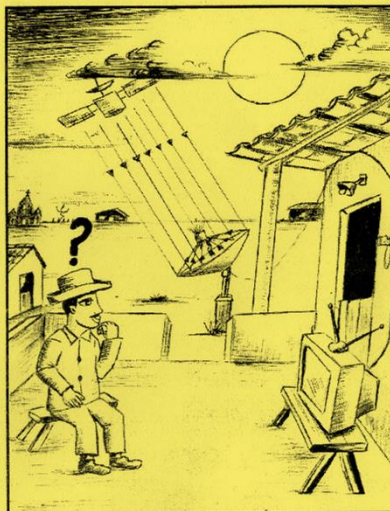
Autor: Francisco Vanderli de Araújo  
 Orientador: Francisco Francine Maia Junior  
 Ilustrador (capa): José Walber Alves Carneiro

APOIO:



## Física em Cordel

### REFLEXÃO EM ESPELHOS ESFÉRICOS

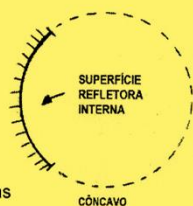


Francisco Vanderli de Araújo

Nesse cordel veremos  
 Novamente a reflexão  
 Lá nos espelhos esféricos  
 Temos que ter atenção  
 São muitas propriedades  
 Muitas possibilidades  
 Usadas em cada invenção

Certamente já encontrou  
 Esse espelho em suas vistas  
 É usado por maquiadores  
 Engenheiros e dentistas  
 Em telescópio astronômico  
 O retrovisor é dinâmico  
 Pra o uso dos motoristas

Espelho esférico são dois  
 Ou é côncavo ou é convexo  
 São pedaços de uma calota  
 Veja a figura em anexo  
 Mostrá-lo agora eu venho  
 Se observar o desenho  
 Entendê-lo não é complexo



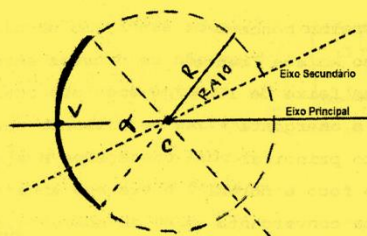
CÔNCAVO



CONVEXO

Esse espelho tem uns pontos  
 De elementos são chamados  
 Vamos agora defini-los  
 Pra ficar bem fixados  
 Pra você não esquecer  
 Se ligue no que vou dizer  
 E olhe a figura nos lados

Pra o CENTRO DE CURVATURA  
 Representamos com "C"  
 É o centro da calota  
 Para o VÉRTICE usamos "V"  
 Divide o espelho ao meio  
 Cruza um eixo no entremeio  
 E EIXO PRINCIPAL vai ter



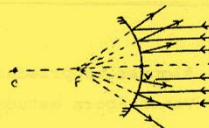
O raio que contém a calota  
 É o raio de curvatura  
 Pra representar uso "R"  
 Observe bem na figura  
 Tem o EIXO SECUNDÁRIO  
 E só mais um comentário  
 $\alpha$  é o ÂNGULO DE ABERTURA

Se a abertura for grande  
 Vai nos gerar confusões  
 As imagens são formadas  
 Com algumas distorções  
 Sendo menor que 10 graus  
 Foi assim que afirmou Gauss  
 Acaba-se as imperfeições

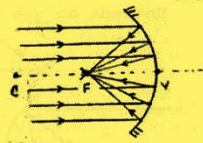
Veja o espelho côncavo  
 Com o foco em sua frente  
 Jogando um feixe de luz  
 Paralelo e emergente  
 Com o eixo principal  
 Ir para o foco é normal  
 De maneira convergente

03

Lá no espelho convexo  
 Isso não é diferente  
 Se dirigem para o foco  
 Atrás do espelho, gente  
 Não o raio, mas a projeção  
 Assim se comporta então  
 De maneira divergente



Para que fique mais claro  
 Sua atenção aconselho  
 Chamo de foco real  
 Se tá na frente do espelho  
 Chamo de foco virtual  
 Estando atrás é normal  
 Desse nosso "aparelho"

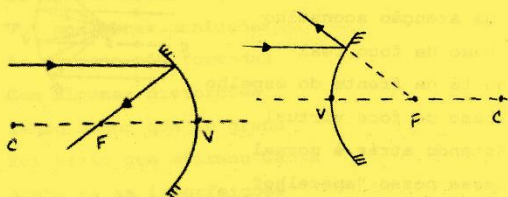


Falo de distância focal  
 Desse assunto eu não saio  
 Quero que você entenda  
 Esse conceito eu extraio  
 Veja a equação ao lado  
 Entenda que ele é formado  
 Pela metade do raio

$$F = \frac{R}{2}$$

04

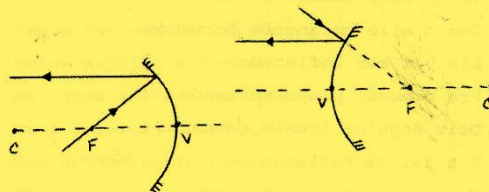
Algumas propriedades  
 Vamos agora estudar  
 Como um raio de luz  
 A um espelho encontrar  
 Sendo côncavo ou convexo  
 É simples, nada complexo  
 Entenda no que vai dar



Se um raio paralelo  
 Ao eixo se projetar  
 É refletido no espelho  
 E no foco vai passar  
 Isso já foi comprovado  
 Em telescópio é usado  
 Para o céu observar

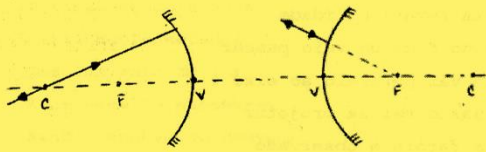
05

Pela reversibilidade  
 Se no foco um raio passar  
 Ele vai paralelo ao eixo  
 E assim vai se projetar  
 Nos faróis é observado  
 Onde é bem aproveitado  
 Com a função de iluminar

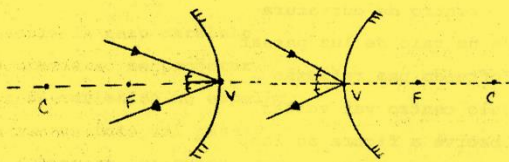


No centro de curvatura  
 Se um raio de luz passar  
 Sofrendo uma reflexão  
 Pelo centro vai voltar  
 Observe a figura ao lado  
 Onde está bem desenhado  
 Para sua dúvida tirar

06



Se um raio atinge o vértice  
Com o eixo um ângulo formando  
Ele vai ser refletido  
Pra o mesmo plano voltando  
Dois ângulos iguais formarão  
É a lei de reflexão  
Mais uma vez se aplicando



07

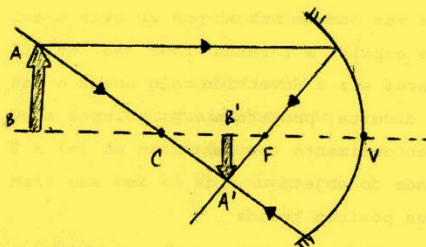
Com essas propriedades  
São inúmeras aplicações  
Usadas em forno solar  
Faróis de moto e "busões"  
Holofotes e retrovisores  
Em Telescópios refletores  
E antenas de transmissões

Vamos ver como a imagem  
Nesse espelho é formada  
As vezes ela é invertida  
Ou é direita, projetada  
Pra entendimento completo  
Depende do objeto  
Da sua posição tomada

Veja no espelho côncavo  
Se como se forma a imagem  
Traçando apenas dois raios  
Ingressando nessa viagem  
Muita coisa vai entender  
Quero hoje que você  
Aumente a sua bagagem

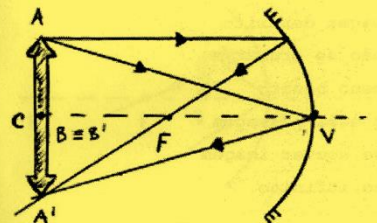
08

Se o objeto tiver antes  
Do centro de curvatura  
A imagem será invertida  
E menor na sua estrutura  
Dois raios se propagando  
A imagem vai desenhando  
Como está na figura

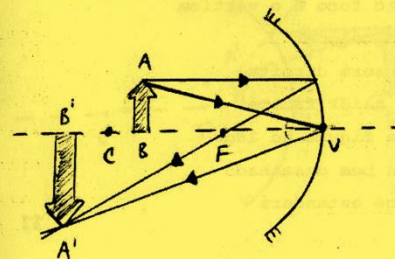


Com o objeto em cima  
Do centro de curvatura  
Temos a imagem invertida  
Observe aí na figura  
O tamanho será igual  
A imagem será real  
É assim que se configura

09

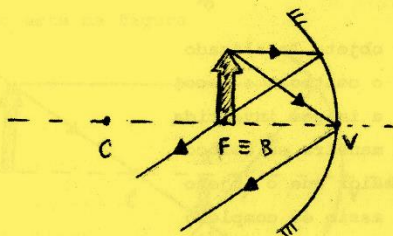


Com o objeto localizado  
Entre o centro e o foco  
Temos a imagem invertida  
Dessa maneira eu coloco  
Será maior que o objeto  
Real, assim eu completo  
Nessa parte desse bloco



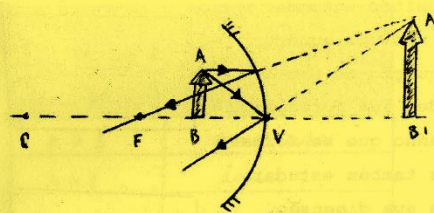
10

Se o objeto tá no foco  
 Como na imagem descrito  
 Os raios não se cruzaram  
 É um fenômeno bonito  
 Analisando essa passagem  
 Dizemos, se houver imagem  
 Se forma no infinito.

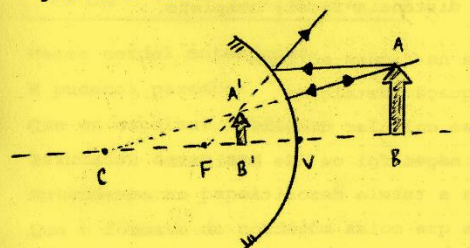


Se entre o foco e o vértice  
 Um objeto colocar  
 A imagem será direita  
 E sempre maior ficará  
 Observe a figura ao lado  
 Onde está bem desenhado  
 Assim você entenderá

11



Quando espelho é convexo  
 A imagem não vai mudar  
 Ela é sempre direita  
 E virtual vai se formar  
 Menor que o objeto  
 Essa estrofe eu completo  
 Agora é só estudar



12

Para melhor entender  
 Vamos ver uma equação  
 É a equação de Gauss  
 Entender sua formação  
 O tamanho que se formará  
 Iremos também estudar  
 Toda a sua dimensão

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

O "p" é a distância  
 Do espelho ao objeto  
 O "p'" é a distância  
 Da imagem ao espelho, certo?  
 "o" tamanho do objeto é  
 "i" tamanho da imagem né  
 "f" distância focal, completo.

$$A = \frac{i}{o} = \frac{-p'}{p}$$

Veja na figura ao lado  
 A equação detalhada  
 Posso calcular dimensão  
 Se imagem foi ou não ampliada  
 Veja a tabela descrita  
 Veja que coisa bonita  
 Como está bem detalhada.

13

RELAÇÃO VALOR DE AUMENTO  
 LINEAR COM O TIPO DE IMAGEM

VALOR DE A	TIPO DE IMAGEM
$A > 1$	ampliada
$A = 1$	igual
$A < 1$	reduzida

RELAÇÃO DE SINAL DE AUMENTO  
 LINEAR COM O TIPO DE IMAGEM

SINAL DE A	TIPO DE IMAGEM
$A > 0$	DIREITA
$A < 0$	INVERTIDA

Nesse cordel entendemos  
 E pudemos perceber  
 Que os espelhos esféricos  
 Estudados devem ser  
 Entendemos no papel  
 Que o formato de cordel  
 É mais fácil de aprender

14

**APÊNDICE D - CORDEL 04 – ILUSTRATIVO**



#### DADOS BIOGRÁFICOS DO AUTOR

Francisco Vanderli de Araújo é filho de Valfredo Petronilo de Araújo e Ivanilde Geraldo de Lima Araújo, nasceu em Doutor Severiano/RN, em 19 de Junho de 1983. É graduado em Física pela UERN (2008), Especialista em Ensino de Física pela URCA (2013), atualmente (2018) cursa Mestrado em Ensino de Física pela Sociedade Brasileira de Física SBF no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, pela Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA) - (Polo 09). Professor de Física da Educação básica do Estado do Ceará desde 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA - SBF  
 COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES  
 MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF  
 UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI ÁRIDO - UFERSA

ESTE FOLHETO DE CORDEL FAZ PARTE DO PRODUTO EDUCACIONAL DE CONCLUSÃO DO MNPEF

**Autor:** Francisco Vanderli de Araújo

**Orientador:** Francisco Franciné Maia Junior

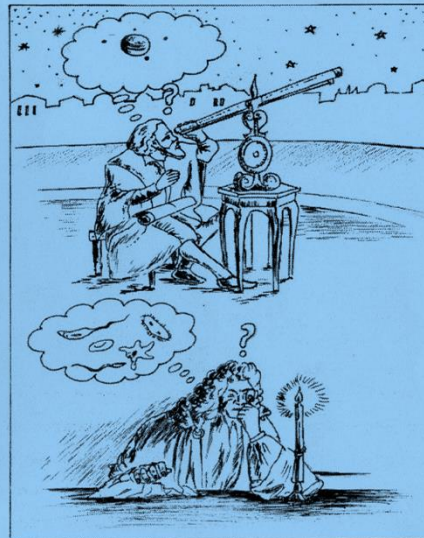
**Ilustrador (capa):** José Walber Alves Carneiro

APOIO:



## Física em Cordel

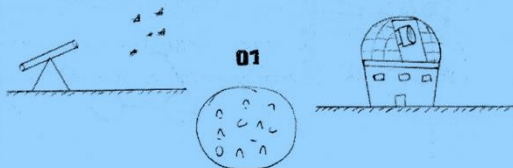
### Instrumentos Ópticos



Francisco Vanderli de Araújo

O que tem além das estrelas?  
 Eu me pus a perguntar  
 O que o meu olho não ver  
 Quem pode me explicar?  
 Qual a forma da bactéria?  
 O sangue na minha artéria  
 Como sei com precisão  
 O tamanho que o vírus tem?  
 Essa pergunta cai bem  
 Vamos discutir então?

Pra ver além das estrelas,  
 O telescópio foi criado,  
 Esse instrumento óptico  
 Por todos é admirado!  
 Ela aflora as emoções,  
 Quando as constelações  
 De longe são observadas  
 Homens esquecem as vidas  
 Estrelas são oferecidas  
 Pra suas belas amadas



Ao olhar num telescópio,  
 Ele encanta todo mundo,  
 O longe parece perto  
 Mesmo estando no profundo!  
 Graças a esse instrumento,  
 Que eterniza o momento,  
 Quando o homem vê a Lua  
 Percebe que crateras tem  
 Meteoros marcaram bem  
 Toda a superfície sua

Quando o mundo é pequeno  
 O microscópio é usado  
 Tudo quanto é invisível  
 Nele fica agigantado  
 É só ver nas oculares  
 Seres unicelulares  
 Fica nele destacado  
 Com essa grande invenção  
 É só prestar atenção  
 Tudo fica detalhado.

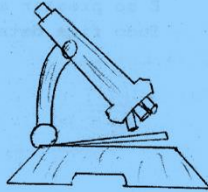




Esse instrumento bonito  
 Tem um toque de magia  
 Certamente é preferido  
 Por quem faz Biologia  
 Os Biólogos vangloriam  
 Os médicos o elogiam  
 De maneira natural  
 E depois dessa invenção  
 Ter microscópio na mão  
 Passa a ser fundamental

MICRO quer dizer PEQUENO  
 SCÓPIO significa VER  
 Palavras que vem do grego  
 Mas fácil de entender  
 Essa grande descoberta  
 Nos traz uma porta aberta  
 Parece até com magia  
 Podemos bem estudar  
 Entender a aplicar  
 A Nano biologia

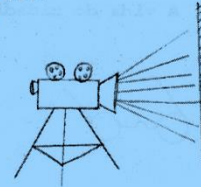
03



Outra grande descoberta  
 É o retroprojektor  
 Joga imagem na parede  
 Causando grande esplendor  
 Preto e branco ou colorido  
 Sobreposto ou repartido  
 Imagem ou animação  
 De tudo tem um pouquinho  
 Parece até um pedacinho  
 Da nossa televisão

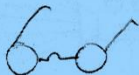
Ele projeta a imagem  
 Do que nele tá plugado  
 De maneira interativa  
 Tudo é bem projetado  
 É usado em conferências  
 E no mundo das ciências  
 Um avanço ele puxou  
 Fácil a imagem fica  
 Tem gente que classifica  
 O mesmo de data show

04

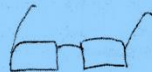


Os professores adoram  
 Em sala de aula usar  
 O conteúdo é mostrado  
 E fácil de explicar  
 No cinema ele é usado  
 O filme é projetado  
 De uma maneira ampliada  
 Dar pra ver com exatidão  
 O bater do coração  
 Da mulher apaixonada

Existem outros instrumentos  
 Em que lentes são usadas  
 Tem a câmera fotográfica  
 Óculos, estão nas paradas  
 E tem funções importantes  
 As vezes até intrigantes  
 Mas com sua explicação  
 Como agora vou explicar  
 Eles vieram pra melhorar  
 A vida do cidadão

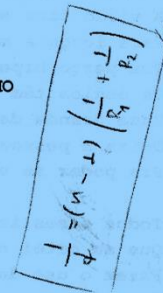


05



Óculos também são chamados  
 De uma lente corretiva  
 Por corrigir a visão  
 De toda criatura viva  
 Ele corrige a MIOPIA  
 Também HIPERMETROPIA  
 "Conserta" o ESTRABISMO  
 PRESBIOPIA também  
 E ajuda a quem tem  
 O tal de ASTIGMATISMO

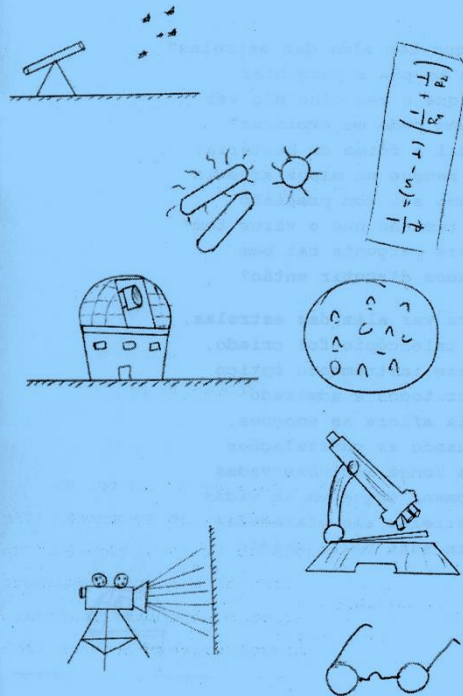
Muita gente usa óculos  
 Pra melhorar a visão  
 Eles ficaram marcados:  
 Nas fotos de Lâmpião  
 Jonh Lennon também usou  
 A sua música ficou  
 Registrada na história  
 Bill Gates usava também  
 Certamente os óculos tem  
 Sua marca em cada memória



06

Pra quem tem anomalias  
Na sua visão marcada  
Sem a lente corretiva  
A visão fica embaçada  
Para longe a miopia  
Pra perto hipermetropia  
Os óculos têm que usar  
Essa grande descoberta  
Deixa a pessoa certa  
Pra poder se enxergar

Todos esses instrumentos  
Que eu citei no cordel  
Fazem o uso de lentes  
Pode escrever no papel  
Aprofunde seus estudos  
Abraze seus conteúdos  
Sem deixar de entender  
Sua vida fica marcada  
A óptica quando é rimada  
Fica fácil de aprender



**APÊNDICE E - INSTRUÇÕES PARA A IMPRESSÃO E CONFECÇÃO DOS  
CORDÉIS.**

## **INSTRUÇÕES PARA A IMPRESSÃO E CONFECÇÃO DOS CORDÉIS**

**TODOS OS CORDÉIS ESTÃO FORMATADOS EM PDF - VERSÃO PARA IMPRESSÃO**

### **CORDEL 01 - CONCEITOS DE ÓPTICA GEOMÉTRICA**

- ✓ Imprimir a capa somente frente (ela será dobrada e grampeada no restante das páginas).
- ✓ O restante do arquivo (as páginas) imprimir em frente e verso, no final junta todas as páginas com a capa.
- ✓ Dobra no meio na linha pontilhada, grampeia (dois grampos) e corta com uma guilhotina de cortar papel (cortar somente após grampear).

### **CORDEL 02 - ESPELHOS PLANOS: LEIS DA REFLEXÃO**

- ✓ Imprimir a capa somente frente (ela será dobrada e grampeada no restante das páginas).
- ✓ A folha 02, onde tem as páginas 01 e 10, imprimir somente frente.
- ✓ O restante do arquivo (as páginas) imprimir em frente e verso, no final junta todas as páginas com a capa
- ✓ Dobra no meio na linha pontilhada, grampeia (dois grampos) e corta com uma guilhotina de cortar papel (cortar somente após grampear).

### **CORDEL 03 - REFLEXÃO EM ESPELHOS ESFÉRICOS**

- ✓ Imprimir a capa somente frente (ela será dobrada e grampeada no restante das páginas).
- ✓ A folha 02, onde tem as páginas 01 e 14, imprimir somente frente.
- ✓ O restante do arquivo (as páginas) imprimir em frente e verso, no final junta todas as páginas com a capa
- ✓ Dobra no meio na linha pontilhada, grampeia (dois grampos) e corta com uma guilhotina de cortar papel (cortar somente após grampear).

## CORDEL 04 - INSTRUMENTOS ÓPTICOS

- ✓ Imprimir a capa somente frente (ela será dobrada e grampeada no restante das páginas).
- ✓ O restante do arquivo (as páginas) imprimir em frente e verso, no final junta todas as páginas com a capa
- ✓ Dobra no meio na linha pontilhada, grampeia (dois grampos) e corta com uma guilhotina de cortar papel (cortar somente após grampear).

### LINHA DA DOBRA (PONTILHADA)

**DADOS BIAGRÁFICOS DO AUTOR**

Francisco Vanderli de Araújo é filho de Valfredo Petronilo de Araújo e Ivanilde Geraldo de Lima Araújo, nasceu em Doutor Severiano/RN, em 19 de Junho de 1983. É graduado em Física pela UERN (2008), Especialista em Ensino de Física pela URCA (2013), atualmente (2018) cursa Mestrado em Ensino de Física pela Sociedade Brasileira de Física SBF no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, pela Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA) - (Polo 09). Professor de Física da Educação básica do Estado do Ceará desde 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA - SBF  
COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI ÁRIDO - UFERSA

ESTE FOLHETO DE CORDEL FAZ PARTE DO PRODUTO EDUCACIONAL DE CONCLUSÃO DO MNPEF

**Autor:** Francisco Vanderli de Araújo  
**Orientador:** Francisco Franciné Maia Junior  
**Ilustrador (capa):** José Walber Alves Carneiro

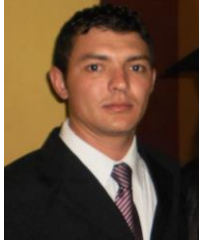
**APOIO:**

**Física em Cordel**  
**INSTRUMENTOS ÓPTICOS**

**Francisco Vanderli de Araújo**

SUGESTÕES PARA O LOCAL DOS GRAMPÓS (DEPOIS DE DOBRAR)

**APÊNDICE F - CORDEL 01 (ESPELHOS PLANOS E LEIS DA REFLEXÃO)**  
**MODELO PARA IMPRESSÃO**



#### DADOS BIOGRÁFICOS DO AUTOR

**Francisco Vanderli de Araújo**, é filho de Valfredo Petronilo de Araújo e Ivanilde Geraldo de Lima Araújo, nasceu em Doutor Severiano/RN, em 19 de Junho de 1983. É graduado em Física pela UERN (2008), Especialista em Ensino de Física pela URCA (2013), atualmente (2018) cursa Mestrado em Ensino de Física pela Sociedade Brasileira de Física SBF no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, pela Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA) - (Polo 09). Professor de Física da Educação básica do Estado do Ceará desde 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA - SBF  
COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI ARIDO - UFERSA

**ESTE FOLHETO DE CORDEL FAZ PARTE DO PRODUTO  
EDUCACIONAL  
DE CONCLUSÃO DO MNPEF**

**Autor:** Francisco Vanderli de Araújo

**Orientador:** Francisco Franciné Maia Junior

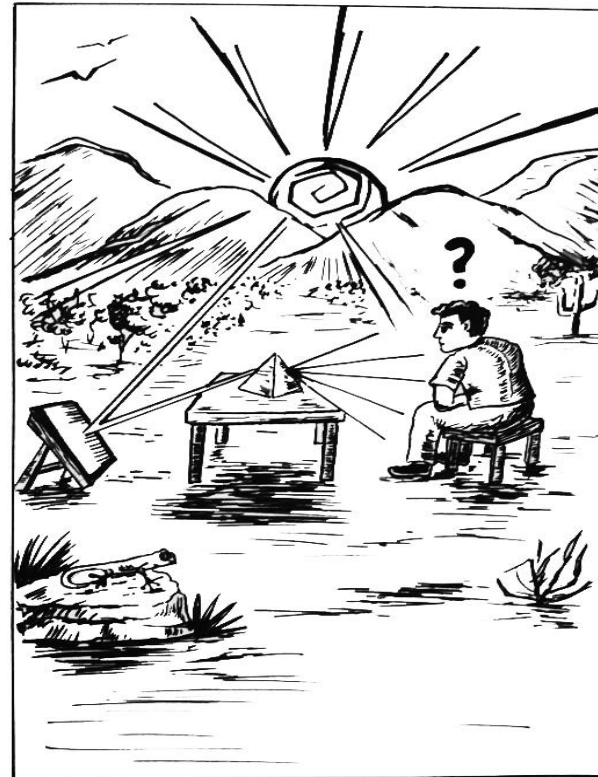
**Ilustrador (capa):** José Walber Alves Carneiro

**APOIO:**



# Física em Cordel

## CONCEITOS DE ÓPTICA GEOMÉTRICA



**Francisco Vanderli de Araújo**

Nesse cordel vou falar  
Dos mais diversos assuntos  
Mas o foco vai ser óptica  
Com a luz e seus conjuntos  
Mostrar que física e cordel  
Podem caminhar bem juntos

Dos mais diversos assuntos  
Que esse cordel conduz  
O nosso foco é a óptica  
Onde estudaremos: luz  
Óptica física e geométrica  
É um tema que seduz

Óptica é o estudo da luz  
Disso eu tenho certeza  
Na óptica física veremos  
Luz é onda e sua beleza  
Comportamento ondulatório  
Essa é a sua natureza



Posso afirmar com firmeza  
Sem nenhum erro de métrica  
Estudar fenômenos da luz  
E pra óptica geométrica  
Onde sua propagação  
Tem um toque de simétrica

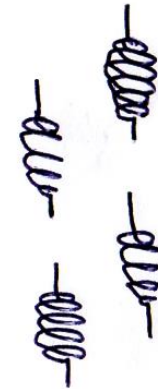
Teve discussão na época  
Será que a luz tem dureza?  
Geraram grandes debates  
Perdurava uma incerteza  
Todos queriam saber  
Qual a sua natureza

Pra Newton era certeza  
Que a luz partículas tinha  
Já o Huygens acreditava  
Que de uma onda ela vinha  
Se era partícula ou onda  
Foi gigante a picuinha

[02]

Grande discussão estava  
Um tema fenomenal  
Hoje sabemos que luz  
Ser duas coisas é normal  
É esse comportamento  
Nós chamamos de dual

Um método sensacional  
Que deve ser repetido  
Nesses conceitos de óptica  
O objetivo foi cumprido  
Com folhetos de papel  
Aprendemos que o cordel  
É prazeroso e divertido



[19]

O Newton tinha certeza  
Que a luz partícula era  
É o modelo corpuscular  
Que convencia a galera  
Que a luz era de partículas  
Redondinhas como esfera

Se a luz partícula era  
Newton explicou reflexão  
Porém a sua hipótese  
Teve uma grande inversão  
Quando não se aplicava  
Estudando a refração

Sentado numa cadeira  
Huygens descansando estava  
Jogou dois feixes de luz  
E viu quando se cruzava  
Se a luz fosse partícula  
Ela alí se desviava

[18]

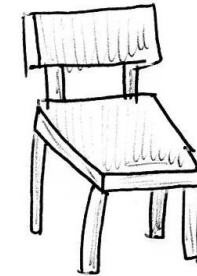
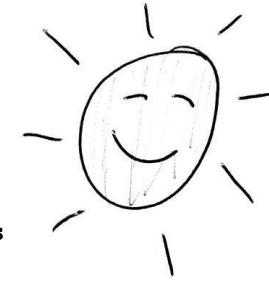


Alguns sabiam que tinha  
Corpos que a luz emite  
Produzem sua própria luz  
E para o meio transmite  
Chamadas fontes primárias  
Assim o homem admite

Tem corpo que tem limite  
Pois não conseguem brilhar  
Não produzem sua luz  
Pra poder se destacar  
São as fontes secundárias  
Que acabei de falar

Do tamanho vou destacar  
E seus pontos principais  
A classificação das fontes  
De luz e os seus sinais  
Vamos classifica-las em:  
Extensas ou pontuais

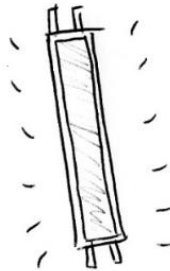
[03]



Quando elas são pontuais  
Tem dimensão pequenina  
Em relação a distância  
Do corpo que ela ilumina  
Imagine uma sala gigante  
E a fonte é uma lamparina



Tem fonte que predomina,  
Seu tamanho é destacado  
Em relação a um corpo  
Que tá sendo iluminado;  
Chamada de fonte extensa  
Seu tamanho é considerado

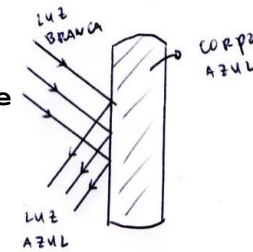


Como está representado  
O famoso raio de luz  
Um elemento geométrico  
Que uma seta conduz  
Um segmento de reta  
Aponta o caminho da luz



[04]

E isso não vem do nada  
É a luz que determina  
A cor de um corpo depende  
Da luz que o ilumina  
Aí a cor é formada  
E chega a sua retina

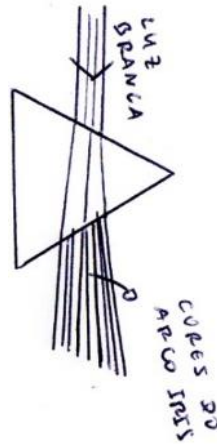


A cor que o discrimina  
É a cor que ele reflete  
Absorve as outras cores  
E nenhuma delas submete  
De volta pra o ambiente  
O resto ao olho compete

Outro assunto submete  
A luz e sua natureza  
Será que é mesmo onda  
Ou partícula, com certeza?  
Discutiremos agora  
Pra acabar a incerteza

[17]

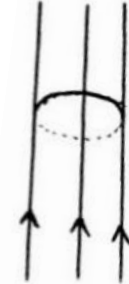
Se a luz policromática passa  
 De um meio "A" para um "B"  
 E esses são diferentes  
 Todas as cores irão aparecer  
 É o fenômeno da dispersão  
 E é bonito de se ver



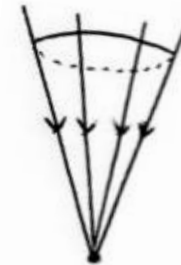
No fim da tarde se vê  
 Um vermelho no firmamento  
 A luz do Sol, que é branca  
 Acontece um espalhamento  
 Se espalha na atmosfera  
 Espalha o azul no momento

Veremos agora um elemento  
 Que deixa gente intrigada  
 Porque um corpo é azul?  
 E sua cor avermelhada?  
 Vamos entender o motivo  
 Pra essa cor ser formada

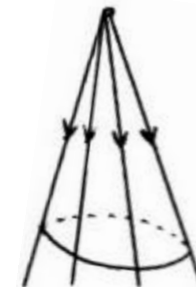
Outro assunto que seduz  
 É quando tem raios juntos  
 Ou chamo feixe de luz  
 O nome desses conjuntos  
 Ou também pincel de luz  
 Classifico esses assuntos



Falando desses conjuntos  
 Pincel de luz vai a frente  
 Quando reto é paralelo  
 Quando fecha é convergente  
 Ainda podem se abrir,  
 Eu chamo de divergente



Uma coisa surpreendente  
 Que vou chamar atenção  
 É a velocidade da luz  
 Na sua propagação  
 Em vez de "v" uso "c"  
 Na sua representação



É de espantar, meu irmão  
O que agora vou falar  
A velocidade da luz  
Que se propaga no ar  
Não existe velocidade  
Que lhe possa superar

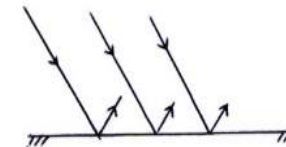
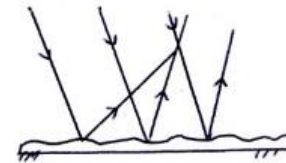
Mas o meio pode mudar  
A sua velocidade  
De maneira bem geral  
Depende da densidade  
Quanto mais denso o meio  
Maior sua dificuldade

Sua maior velocidade  
É de espantar todo mundo  
É quando ela está no vácuo  
Sem nenhum plano de fundo  
Anda 300 mil quilômetros  
Isso a cada segundo

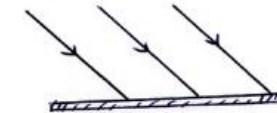
[06]

$c = 299792,458 \text{ km/s} \approx 300000 \text{ km/s}$

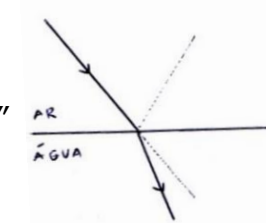
A luz voltando pro meio  
E se a direção mudar  
Nesse caso ela é difusa  
Se não muda é regular  
Veja a figura ao lado  
Para melhor fixar



Quando a luz se propagar  
E não houver reflexão  
Se a superfície aquecer  
Eu falo de absorção  
Energia luminosa em térmica  
Acontece a conversão



Vou falar de refração  
É quando a luz ultrapassa  
De um meio "A" para um "B"  
Sofre desvio quando passa  
Porque a sua velocidade  
Muda quando ela transpassa

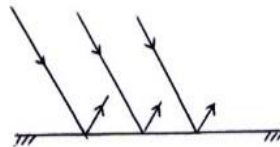


[15]

Outro ponto de discussão  
Que é interessante, creio  
É quando a luz chega  
Na separação com outro meio  
Veremos os seus fenômenos  
Saberemos de onde veio

Para entender muito leio  
Sobre a tal reflexão  
Espalhamento da luz  
Absorção e refração  
Ainda entenderemos  
O que é a dispersão

Falando de reflexão  
A luz saindo de um meio  
Retorna ao meio origem  
Como um carro sem freio  
Sem mudar a velocidade  
Do mesmo lugar que veio



[14]

Pra medir no nosso mundo  
Uso régua, trena e compasso  
Mas para medir lá fora  
Coisas grandes, como faço  
Para medir as distâncias  
Lá em cima, no espaço?

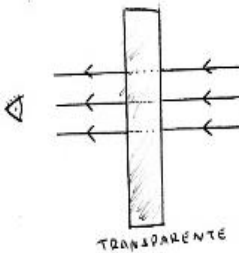
Para medir no espaço  
E não me causar engano  
Uma medida adequada  
É o ano luz, meu mano  
É a distância que a luz  
Percorre em todo um ano

Para não lhe causar engano  
Sugiro que preste atenção  
Quando a luz chega no corpo  
Pode atravessar ou não  
Agora eu vou falar  
Dos meios de propagação

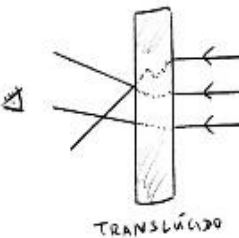
[07]

$$1 \text{ ano luz} = 9,5 \cdot 10^{17} \text{ km}$$

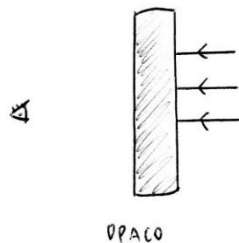
Eu quero sua atenção  
 Para que fique evidente  
 Se a luz atravessa o corpo  
 Seguindo regularmente  
 Com certeza posso afirmar  
 Esse meio é transparente



Não tire da sua mente  
 Que quando a luz atravessa  
 E os seus raios de luz  
 Do outro lado se dispersa  
 Esse é o meio translúcido  
 A luz assim se processa

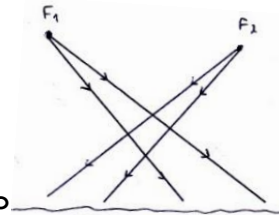


Quando a luz não atravessa  
 Eu não vejo do outro lado  
 Nesse caso o corpo é opaco  
 É assim que é chamado  
 Meios de propagação  
 Ficou aqui detalhado

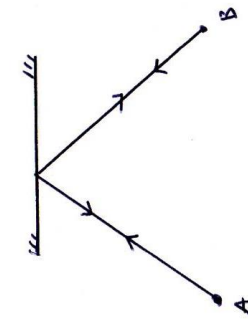


[08]

Se o feixe de luz achar  
 Outro feixe viajando  
 Continua seu caminho  
 Os dois se ignorando  
 Cada um vai pra seu canto  
 Não ficam se atrapalhando



Vou continuar comentando  
 E agora vou destacar  
 A tal reversibilidade  
 A luz sai de um ponto "A"  
 E atinge um ponto "B"  
 Pro "A" poderá voltar



Só pra melhor ilustrar  
 Se houver reflexão  
 A luz volta pra onde saiu  
 Havendo uma inversão  
 E a reversibilidade  
 As vezes causa diversão

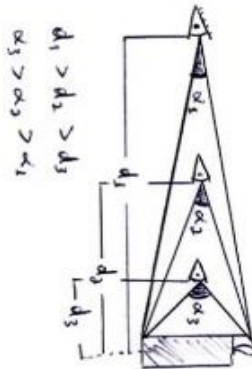
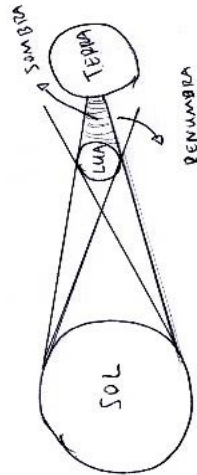
[13]

Falo de eclipse solar  
 De uma forma detalhada  
 Temos a sombra de lua  
 Que na Terra é projetada  
 Acontece durante o dia  
 Vai entender essa parada

Outra parte que é falada  
 E que causa discussão  
 É que o tamanho de um corpo  
 Depende da distância, irmão  
 Tamanho real e virtual  
 Vem do ângulo de visão

Agora quero sua atenção  
 Dum princípio eu vou falar  
 É o da independência  
 Da luz ao se propagar  
 A direção de um raio  
 Quando o outro cruzar

[12]



É importante tá ligado  
 Tem uma observação  
 Usamos o meio opaco  
 Pra melhor compreensão  
 Afirmar que a luz não passa  
 Depende da radiação

Outro ponto de atenção  
 Pra não faltar as verdades  
 É dizer que o meio homogêneo  
 Tem suas propriedades  
 Iguais em todos os pontos  
 Sem causar diversidades

Com mesmas finalidades  
 E com essa mesma essência  
 Falaremos de princípios  
 Cito a independência  
 Propagação retilínea  
 Falarei com eficiência

[09]

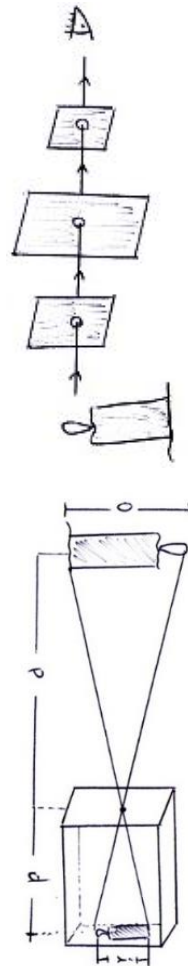


Temos que tomar ciência  
 E precisaremos citar  
 A reversibilidade  
 Esses três vamos estudar  
 E agora individualmente  
 De cada um vou falar

Da propagação vou citar  
 Cumprindo mais uma meta  
 Se o meio for homogêneo  
 A luz faz papel de seta  
 Corta de uma ponta a outra  
 E sempre em linha reta

Como uma câmara secreta  
 Vemos que na câmara escura  
 Comprovamos esse princípio  
 De uma forma bem segura  
 A imagem de ponta a cabeça  
 No fundo da estrutura

[10]

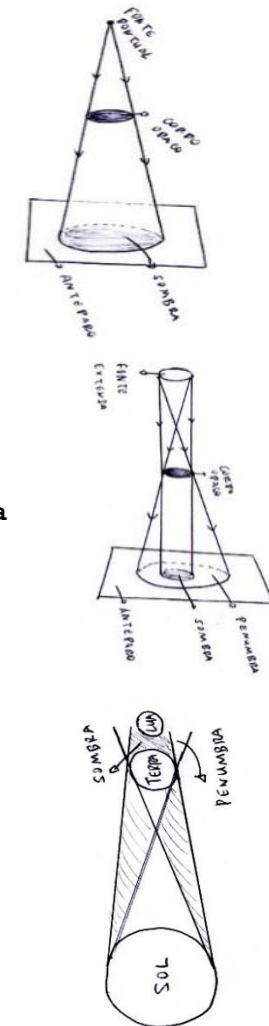


Se a região é escura  
 Se a fonte pontual for  
 Eu chamo isso de sombra  
 Porque a luz não passou  
 O formato do objeto  
 No anteparo ficou

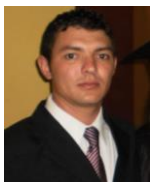
Se a fonte extensa for  
 Temos a sombra formada  
 E uma sombra secundária  
 Que de penumbra é chamada  
 Somente parte dos raios  
 Chegou na parte mostrada

De maneira ilustrada  
 Falo de eclipse lunar  
 Onde a sombra da terra  
 Na lua se projetará  
 Olhando a figura ao lado  
 É fácil de se explicar

[11]



**APÊNDICE G - CORDEL 02 (ESPELHOS PLANOS E LEIS DA REFLEXÃO)**  
**MODELO PARA IMPRESSÃO**



### DADOS BIOGRÁFICOS DO AUTOR

**Francisco Vanderli de Araújo**, é filho de Valfredo Petronilo de Araújo e Ivanilde Geraldo de Lima Araújo, nasceu em Doutor Severiano/RN, em 19 de Junho de 1983. É graduado em Física pela UERN (2008), Especialista em Ensino de Física pela URCA (2013), atualmente (2019), cursa Mestrado em Ensino de Física pela Sociedade Brasileira de Física SBF no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, pela Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA) - (Polo 09). Professor de Física da Educação básica do Estado do Ceará desde 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA – SBF  
COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR -  
CAPES  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI ARIDO – UFERSA

**ESTE FOLHETO DE CORDEL FAZ PARTE DO PRODUTO  
EDUCACIONAL DE CONCLUSÃO DO MNPEF**

**Autor:** Francisco Vanderli de Araújo

**Orientador:** Francisco Franciné Maia Junior

**Ilustrador (capa):** José Walber Alves Carneiro

**APOIO:**



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



# Física em Cordel

## ESPELHOS PLANOS: LEIS DA REFLEXÃO



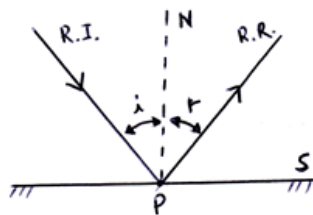
**Francisco Vanderli de Araújo**

Na reflexão da luz  
 Eu agora vou falar  
 Numa superfície reflete  
 E isso vamos estudar  
 Aqui a luz é partícula  
 O modelo corpuscular

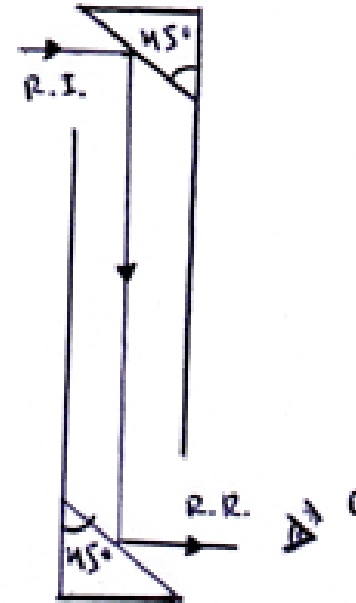
Sabemos da reflexão  
 E seu nome de onde veio  
 Considere um raio de luz  
 Sem achar nenhum bloqueio  
 Toca numa superfície  
 E retorna ao mesmo meio

Em uma superfície "S"  
 Quando um raio incidente  
 Que chamamos de "R.I."  
 De maneira eficiente  
 Na superfície reflete  
 Tudo geometricamente

[01]



Até parece uma mágica  
 Como a imagem é formada  
 Mesmo por trás de objetos  
 Veja a imagem desenhada  
 Com duas reflexões  
 A imagem é explicada



[10]

Se girarmos um espelho  
 Num eixo de rotação  
 O espelho descreve um ângulo  
 Muda o campo de visão  
 Para melhor entender  
 Veja a figura em questão



Em espelhos justapostos  
 O total de imagem formada  
 Veja o ângulo dos espelhos  
 Digo de maneira rimada  
 Como explica a equação  
 Ao lado bem detalhada

Você já viu um periscópio?  
 Foi inventado na guerra  
 É feito com dois espelhos  
 O ângulo correto não erra  
 É usado em submarinos  
 Para ver quem tá em terra

[09]

O raio que é refletido  
 De "R.R." é chamado  
 Quando toca um ponto "P"  
 E que logo é desviado  
 Retorna pra o mesmo meio  
 E permite ser estudado

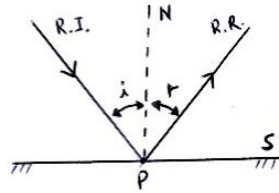
Partindo do ponto "P"  
 Uma reta eu vou traçar  
 Chamo de reta normal  
 Assim vou classificar  
 Em relação a superfície  
 Ela é perpendicular

O raio incidente forma  
 Um ângulo com a reta normal  
 O raio refletido também  
 Forma um ângulo igual  
 Os dois tem o mesmo valor  
 Pode medir pessoal

[02]

$$N = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

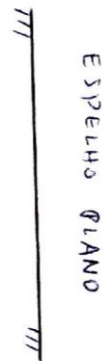
Das Leis da reflexão  
 A primeira é genial  
 Raio incide e retorna  
 Junto com a reta normal  
 Pertencem ao mesmo plano  
 De maneira natural



A 2ª lei entendemos  
 Como ela é bem atendida  
 Que o ângulo de incidência  
 E o de reflexão pretendida  
 Analisando percebemos  
 Que tem a mesma medida

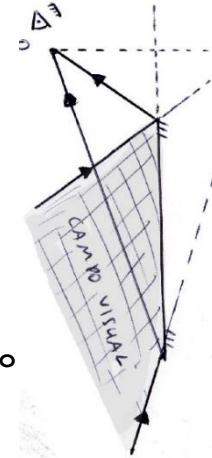
$$i = r$$

E agora de espelhos  
 Nesse cordel vou falar  
 Uma superfície plana  
 De Espelho posso chamar  
 Que a luz possa refletir  
 E pra o mesmo meio voltar

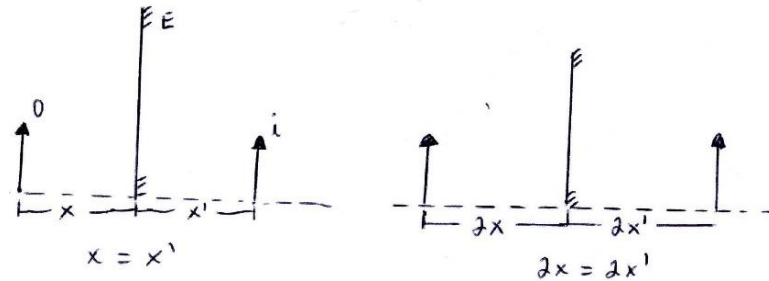


[03]

Temos o campo visual  
 Que é uma região  
 Onde o observador  
 Vê a imagem com exatidão  
 Quanto maior o espelho  
 Maior o campo de visão

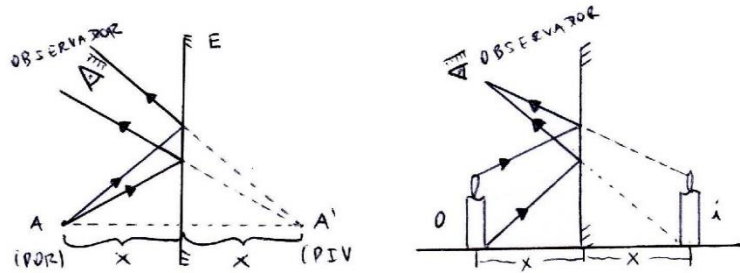


Se deslocarmos um espelho  
 A imagem muda a posição  
 Afastando o espelho  
 A imagem se afasta, irmão  
 Sem perder a simetria  
 Sem perder a perfeição



[08]

Do objeto ao espelho  
 Uma distância haverá  
 A distância da imagem  
 Pro espelho pode contar  
 É a mesma do objeto  
 Nem precisa calcular



A imagem no espelho plano  
 Chamamos de virtual  
 É sempre atrás do espelho  
 Ao contrário da real  
 E chamamos de direita  
 De uma maneira formal

[07]

Já ouviu falar de Narciso?  
 No espelho d'água se olhou  
 A água reflete a imagem  
 Que no olho dele entrou  
 Se apaixonando por ela  
 Pulou na água e se afogou

Nas histórias infantis  
 Ninguém jamais esqueceu  
 O conto de branca de neve  
 Que nem com veneno morreu  
 A bruxa pergunta ao espelho  
 Quem é mais bela que eu?

Numa lenda de Arquimedes  
 Espelhos foram usados  
 Foram "mirados" no mar  
 E barcos foram queimados  
 Uns inimigos cegaram  
 Outros morreram afogados

[04]

Tem vários tipos de espelhos  
 Mas só em dois vou focar  
 ESFÉRICO é côncavo ou convexo  
 E do PLANO eu vou explicar  
 Você usa em sua casa  
 Todo dia pra se olhar

ESPELHO PLANO



ESPELHO ESFÉRICO

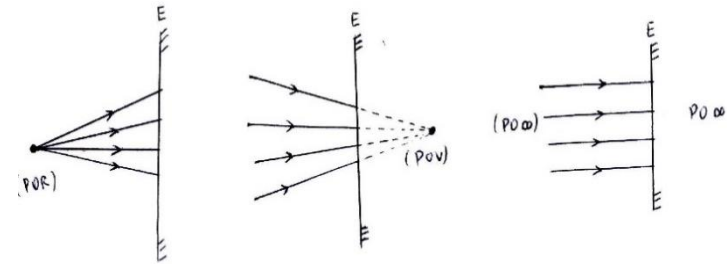


ESPELHO ESFÉRICO



Chamamos ponto objeto  
 Quando a luz é emitida  
 Chamamos de ponto imagem  
 Quando ela é refletida  
 Imagem real ou virtual  
 Vai de onde é construída

[05]



A formação de imagens

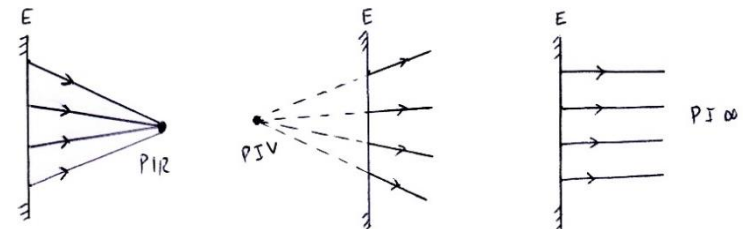
Agora vamos estudar

Quando no espelho plano

Podemos analisar

Tem tamanho do objeto

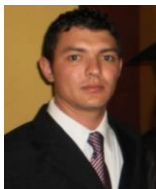
Isso podemos provar



[06]



**APÊNDICE H - CORDEL 03 (REFLEXÃO EM ESPELHOS ESFÉRICOS)**  
**MODELO PARA IMPRESSÃO**



### DADOS BIOGRÁFICOS DO AUTOR

**Francisco Vanderli de Araújo** é filho de Valfredo Petronilo de Araújo e Ivanilde Geraldo de Lima Araújo, nasceu em Doutor Severiano/RN, em 19 de Junho de 1983. É graduado em Física pela UERN (2008), Especialista em Ensino de Física pela URCA (2013), atualmente (2018) cursa Mestrado em Ensino de Física pela Sociedade Brasileira de Física SBF no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, pela Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA) - (Polo 09). Professor de Física da Educação básica do Estado do Ceará desde 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA - SBF  
COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI ARIDO - UFERSA

ESTE FOLHETO DE CORDEL FAZ PARTE DO PRODUTO EDUCACIONAL  
DE CONCLUSÃO DO MNPEF

**Autor:** Francisco Vanderli de Araújo

**Orientador:** Francisco Franciné Maia Junior

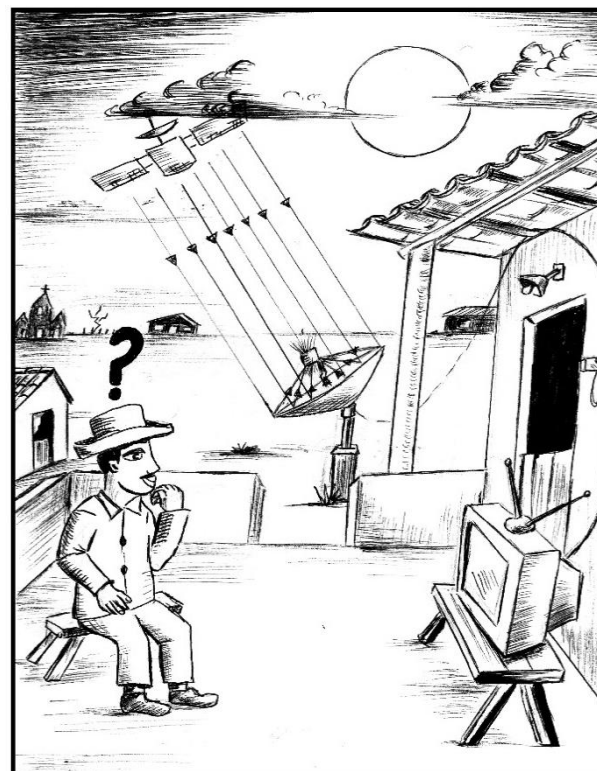
**Ilustrador (capa):** José Walber Alves Carneiro

**APOIO:**



# Física em Cordel

## REFLEXÃO EM ESPELHOS ESFÉRICOS

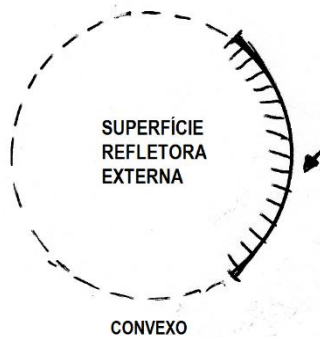
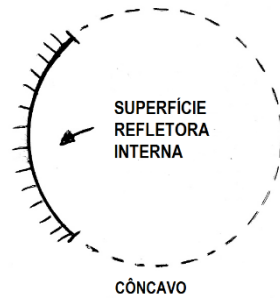


**Francisco Vanderli de Araújo**

Nesse cordel veremos  
 Novamente a reflexão  
 Lá nos espelhos esféricos  
 Temos que ter atenção  
 São muitas propriedades  
 Muitas possibilidades  
 Usadas em cada invenção

Certamente já encontrou  
 Esse espelho em suas vistas  
 É usado por maquiadores  
 Engenheiros e dentistas  
 Em telescópio astronômico  
 O retrovisor é dinâmico  
 Pra o uso dos motoristas

Espelho esférico são dois  
 Ou é côncavo ou é convexo  
 São pedaços de uma calota  
 Veja a figura em anexo  
 Mostrá-lo agora eu venho  
 Se observar o desenho  
 Entendê-lo não é complexo



RELAÇÃO VALOR DE AUMENTO LINEAR COM O TIPO DE IMAGEM	
VALOR DE A	TIPO DE IMAGEM
$A > 1$	ampliada
$A = 1$	igual
$A < 1$	reduzida

RELAÇÃO DE SINAL DE AUMENTO LINEAR COM O TIPO DE IMAGEM	
SINAL DE A	TIPO DE IMAGEM
$A > 0$	DIREITA
$A < 0$	INVERTIDA

Nesse cordel entendemos  
 E pudemos perceber  
 Que os espelhos esféricos  
 Estudados devem ser  
 Entendemos no papel  
 Que o formato de cordel  
 É mais fácil de aprender

Para melhor entender  
 Vamos ver uma equação  
 É a equação de Gauss  
 Entender sua formação  
 O tamanho que se formará  
 Iremos também estudar  
 Toda a sua dimensão

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

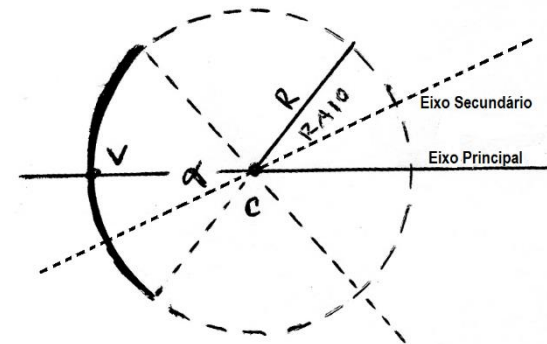
O "P" é a distância  
 Do espelho ao objeto  
 O "P'" é a distância  
 Da imagem ao espelho, certo?  
 "O" tamanho do objeto é  
 "i" tamanho da imagem né  
 "f" distância focal, completo.

$$A = \frac{i}{o} = \frac{-p'}{p}$$

Veja na figura ao lado  
 A equação detalhada  
 Posso calcular dimensão  
 Se imagem foi ou não ampliada  
 Veja a tabela descrita  
 Veja que coisa bonita  
 Como está bem detalhada.

Esse espelho tem uns pontos  
 De elementos são chamados  
 Vamos agora defini-los  
 Pra ficar bem fixados  
 Pra você não esquecer  
 Se ligue no que vou dizer  
 E olhe a figura nos lados

Pra o CENTRO DE CURVATURA  
 Representamos com "C"  
 É o centro da calota  
 Para o VÉRTICE usamos "V"  
 Divide o espelho ao meio  
 Cruza um eixo no entremeio  
 E EIXO PRINCIPAL vai ter

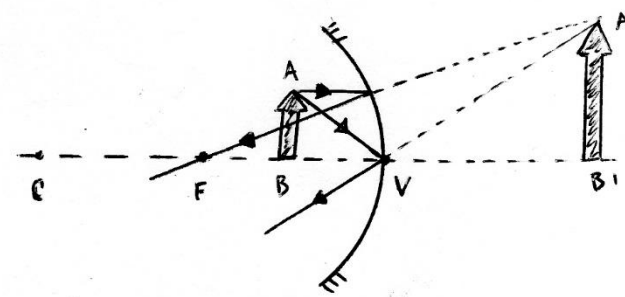


O raio que contém a calota  
 É o raio de curvatura  
 Pra representar uso "R"  
 Observe bem na figura  
 Tem o EIXO SECUNDÁRIO  
 E só mais um comentário  
 $\alpha$  é o ÂNGULO DE ABERTURA

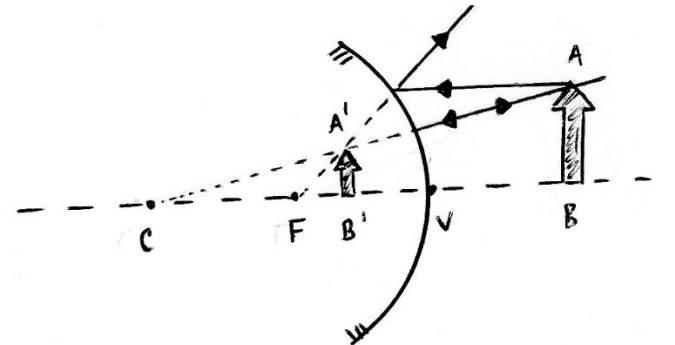
Se a abertura for grande  
 Vai nos gerar confusões  
 As imagens são formadas  
 Com algumas distorções  
 Sendo menor que 10 graus  
 Foi assim que afirmou Gauss  
 Acaba-se as imperfeições

Veja o espelho côncavo  
 Com o foco em sua frente  
 Jogando um feixe de luz  
 Paralelo e emergente  
 Com o eixo principal  
 Ir para o foco é normal  
 De maneira convergente

03

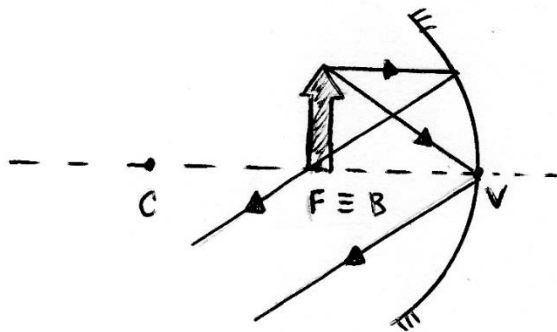


Quando espelho é convexo  
 A imagem não vai mudar  
 Ela é sempre direita  
 E virtual vai se formar  
 Menor que o objeto  
 Essa estrofe eu completo  
 Agora é só estudar



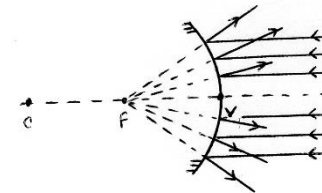
12

Se o objeto tá no foco  
 Como na imagem descrito  
 Os raios não se cruzaram  
 É um fenômeno bonito  
 Analisando essa passagem  
 Dizemos, se houver imagem  
 Se forma no infinito.

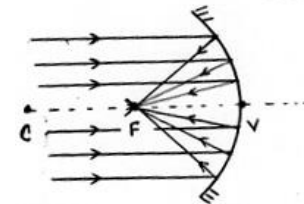


Se entre o foco e o vértice  
 Um objeto colocar  
 A imagem será direita  
 E sempre maior ficará  
 Observe a figura ao lado  
 Onde está bem desenhado  
 Assim você entenderá

Lá no espelho convexo  
 Isso não é diferente  
 Se dirigem para o foco  
 Atrás do espelho, gente  
 Não o raio, mas a projeção  
 Assim se comporta então  
 De maneira divergente



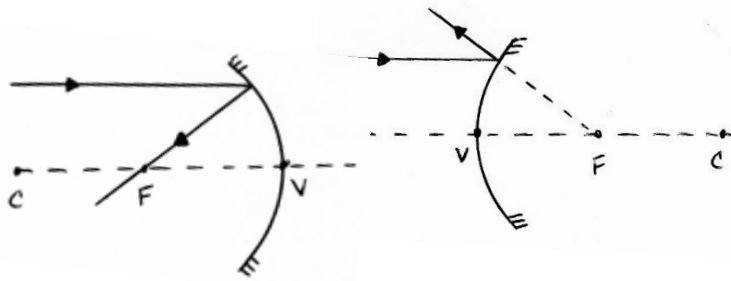
Para que fique mais claro  
 Sua atenção aconselho  
 Chamo de foco real  
 Se tá na frente do espelho  
 Chamo de foco virtual  
 Estando atrás é normal  
 Desse nosso "aparelho"



Falo de distância focal  
 Desse assunto eu não saio  
 Quero que você entenda  
 Esse conceito eu extraio  
 Veja a equação ao lado  
 Entenda que ele é formado  
 Pela metade do raio

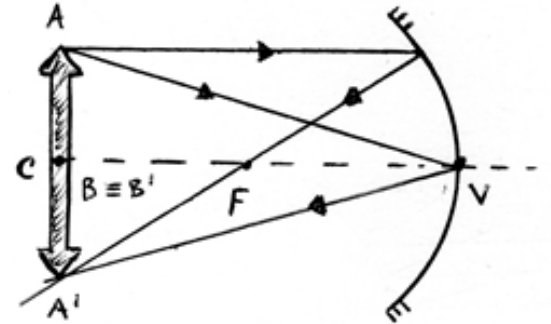
$$F = \frac{R}{2}$$

Algumas propriedades  
 Vamos agora estudar  
 Como um raio de luz  
 A um espelho encontrar  
 Sendo côncavo ou convexo  
 É simples, nada complexo  
 Entenda no que vai dar

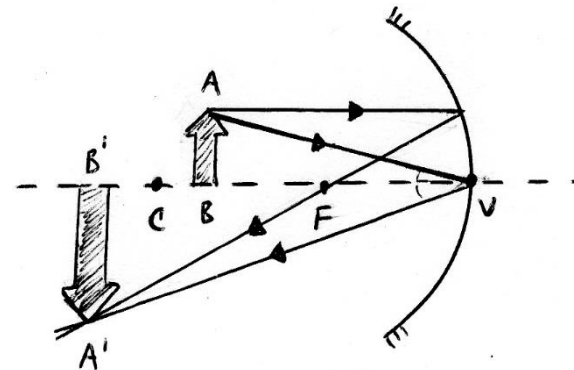


Se um raio paralelo  
 Ao eixo se projetar  
 É refletido no espelho  
 E no foco vai passar  
 Isso já foi comprovado  
 Em telescópio é usado  
 Para o céu observar

05

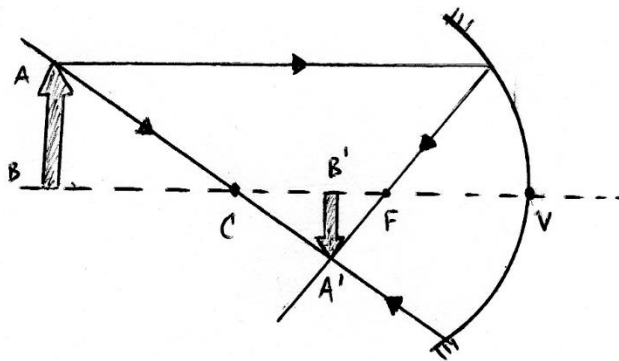


Com o objeto localizado  
 Entre o centro e o foco  
 Temos a imagem invertida  
 Dessa maneira eu coloco  
 Será maior que o objeto  
 Real, assim eu completo  
 Nessa parte desse bloco



10

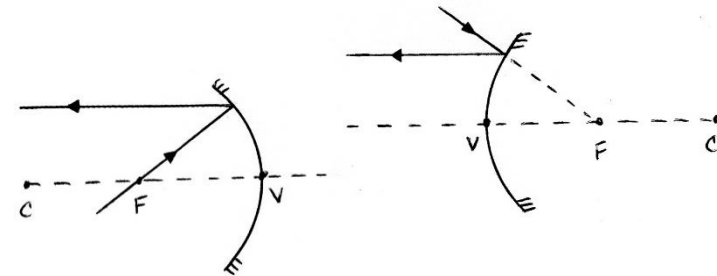
Se o objeto tiver antes  
Do centro de curvatura  
A imagem será invertida  
E menor na sua estrutura  
Dois raios se propagando  
A imagem vai desenhando  
Como está na figura



Com o objeto em cima  
Do centro de curvatura  
Temos a imagem invertida  
Observe aí na figura  
O tamanho será igual  
A imagem será real  
É assim que se configura

09

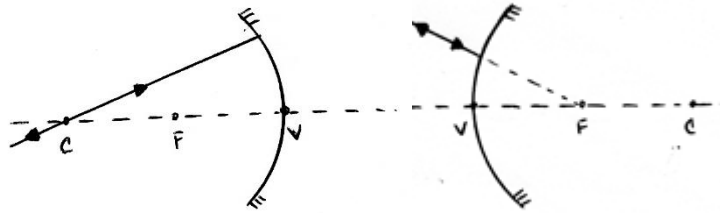
Pela reversibilidade  
Se no foco um raio passar  
Ele vai paralelo ao eixo  
E assim vai se projetar  
Nos faróis é observado  
Onde é bem aproveitado  
Com a função de iluminar



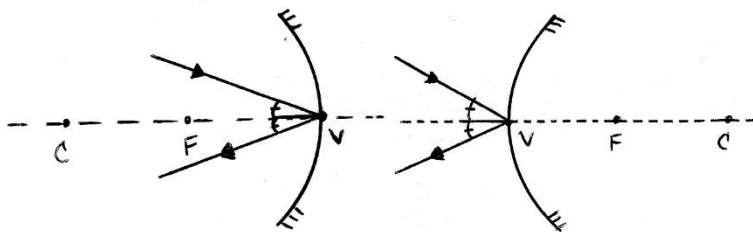
No centro de curvatura  
Se um raio de luz passar  
Sofrendo uma reflexão  
Pelo centro vai voltar  
Observe a figura ao lado  
Onde está bem desenhado  
Para sua dúvida tirar

06





Se um raio atinge o vértice  
 Com o eixo um ângulo formando  
 Ele vai ser refletido  
 Pra o mesmo plano voltando  
 Dois ângulos iguais formarão  
 É a lei de reflexão  
 Mais uma vez se aplicando



07

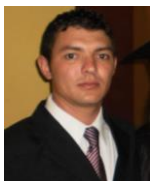
Com essas propriedades  
 São inúmeras aplicações  
 Usadas em forno solar  
 Faróis de moto e "busões"  
 Holofotes e retrovisores  
 Em Telescópios refletores  
 E antenas de transmissões

Vamos ver como a imagem  
 Nesse espelho é formada  
 As vezes ela é invertida  
 Ou é direita, projetada  
 Pra entendimento completo  
 Depende do objeto  
 Da sua posição tomada

Veja no espelho côncavo  
 Se como se forma a imagem  
 Traçando apenas dois raios  
 Ingressando nessa viagem  
 Muita coisa vai entender  
 Quero hoje que você  
 Aumente a sua bagagem

08

**APÊNDICE I - CORDEL 04 (INSTRUMENTOS ÓPTICOS)**  
**MODELO PARA IMPRESSÃO**



### DADOS BIOGRÁFICOS DO AUTOR

**Francisco Vanderli de Araújo** é filho de Valfredo Petronilo de Araújo e Ivanilde Geraldo de Lima Araújo, nasceu em Doutor Severiano/RN, em 19 de Junho de 1983. É graduado em Física pela UERN (2008), Especialista em Ensino de Física pela URCA (2013), atualmente (2018) cursa Mestrado em Ensino de Física pela Sociedade Brasileira de Física SBF no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, pela Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA) - (Polo 09). Professor de Física da Educação básica do Estado do Ceará desde 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA - SBF  
COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI ARIDO - UFERSA

ESTE FOLHETO DE CORDEL FAZ PARTE DO PRODUTO EDUCACIONAL  
DE CONCLUSÃO DO MNPEF

**Autor:** Francisco Vanderli de Araújo

**Orientador:** Francisco Franciné Maia Junior

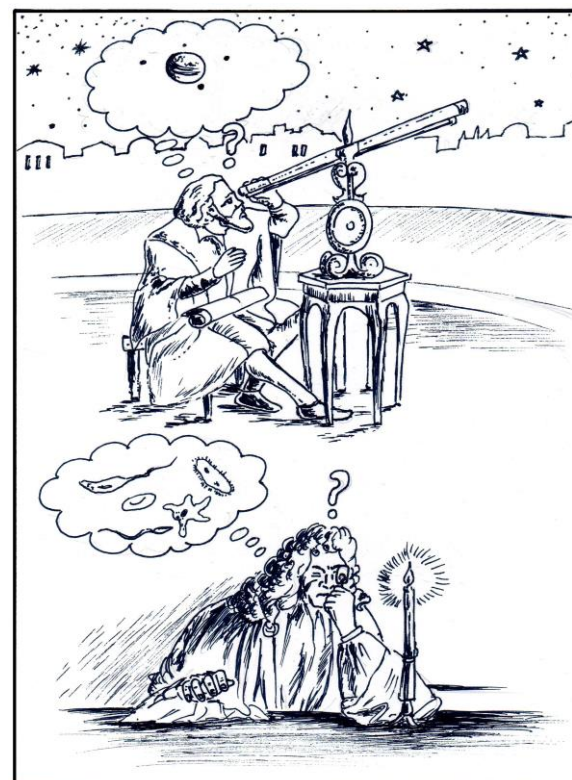
**Ilustrador (capa):** José Walber Alves Carneiro

**APOIO:**



# Física em Cordel

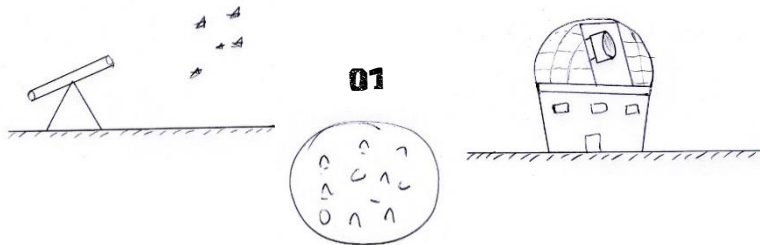
## INSTRUMENTOS ÓPTICOS



**Francisco Vanderli de Araújo**

O que tem além das estrelas?  
Eu me pus a perguntar  
O que o meu olho não ver  
Quem pode me explicar?  
Qual a forma da bactéria?  
O sangue na minha artéria  
Como sei com precisão  
O tamanho que o vírus tem?  
Essa pergunta cai bem  
Vamos discutir então?

Pra ver além das estrelas,  
O telescópio foi criado,  
Esse instrumento óptico  
Por todos é admirado!  
Ela aflora as emoções,  
Quando as constelações  
De longe são observadas  
Homens esquecem as vidas  
Estrelas são oferecidas  
Pra suas belas amadas



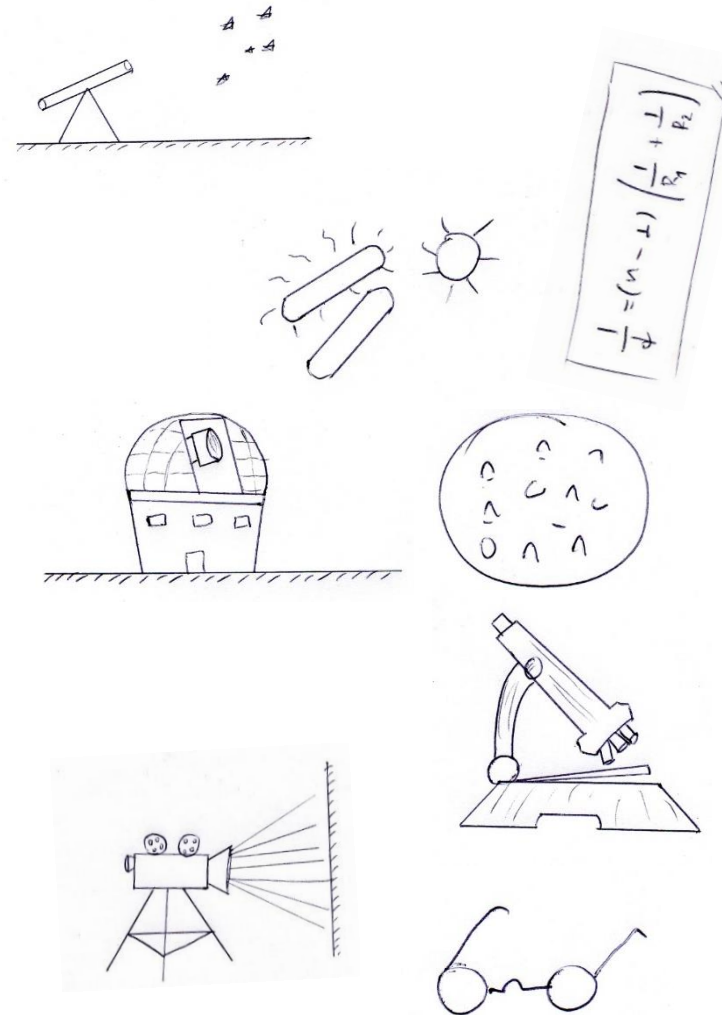
Óculos também são chamados  
De uma lente corretiva  
Por corrigir a visão  
De toda criatura viva  
Ele corrige a MIOPIA  
Também HIPERMETROPIA  
"Conserta" o ESTRABISMO  
PRESBIOPIA também  
E ajuda a quem tem  
O tal de ASTIGMATISMO

Muita gente usa óculos  
Pra melhorar a visão  
Eles ficaram marcados  
Nas fotos de Lampião  
Jonh Lennon também usou  
A sua música ficou  
Registrada na história  
Bill Gates usava também  
Certamente os óculos tem  
Sua marca em cada memória

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

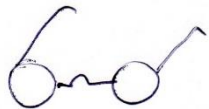
Pra quem tem anomalias  
Na sua visão marcada  
Sem a lente corretiva  
A visão fica embaçada  
Para longe a miopia  
Pra perto hipermetropia  
Os óculos têm que usar  
Essa grande descoberta  
Deixa a pessoa certa  
Pra poder se enxergar

Todos esses instrumentos  
Que eu citei no cordel  
Fazem o uso de lentes  
Pode escrever no papel  
Aprofunde seus estudos  
Abraze seus conteúdos  
Sem deixar de entender  
Sua vida fica marcada  
A óptica quando é rimada  
Fica fácil de aprender



Os professores adoram  
Em sala de aula usar  
O conteúdo é mostrado  
E fácil de explicar  
No cinema ele é usado  
O filme é projetado  
De uma maneira ampliada  
Dar pra ver com exatidão  
O bater do coração  
Da mulher apaixonada

Existem outros instrumentos  
Em que lentes são usadas  
Tem a câmera fotográfica  
Óculos, estão nas paradas  
E tem funções importantes  
As vezes até intrigantes  
Mas com sua explicação  
Como agora vou explicar  
Eles vieram pra melhorar  
A vida do cidadão



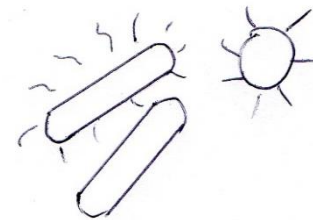
05



Ao olhar num telescópio,  
Ele encanta todo mundo,  
O longe parece perto  
Mesmo estando no profundo!  
Graças a esse instrumento,  
Que eterniza o momento,  
Quando o homem vê a Lua  
Percebe que crateras tem  
Meteoros marcaram bem  
Toda a superfície sua

Quando o mundo é pequeno  
O microscópio é usado  
Tudo quanto é invisível  
Nele fica agigantado  
É só ver nas oculares  
Seres unicelulares  
Fica nele destacado  
Com essa grande invenção  
É só prestar atenção  
Tudo fica detalhado.

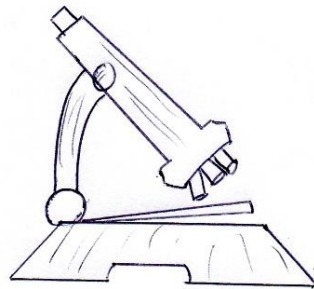
02



Esse instrumento bonito  
Tem um toque de magia  
Certamente é preferido  
Por quem faz Biologia  
Os Biólogos vangloriam  
Os médicos o elogiam  
De maneira natural  
E depois dessa invenção  
Ter microscópio na mão  
Passa a ser fundamental

MICRO quer dizer PEQUENO  
SCÓPIO significa VER  
Palavras que vem do grego  
Mas fácil de entender  
Essa grande descoberta  
Nos traz uma porta aberta  
Parece até com magia  
Podemos bem estudar  
Entender a aplicar  
A Nano biologia

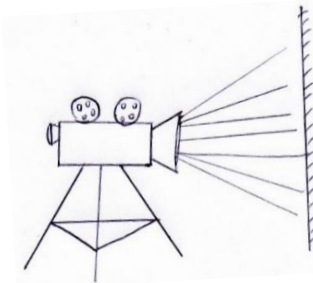
03



Outra grande descoberta  
É o retroprojeto  
Joga imagem na parede  
Causando grande esplendor  
Preto e branco ou colorido  
Sobreposto ou repartido  
Imagem ou animação  
De tudo tem um pouquinho  
Parece até um pedacinho  
Da nossa televisão

Ele projeta a imagem  
Do que nele tá plugado  
De maneira interativa  
Tudo é bem projetado  
É usado em conferências  
E no mundo das ciências  
Um avanço ele puxou  
Fácil a imagem fica  
Tem gente que classifica  
O mesmo de data show

04

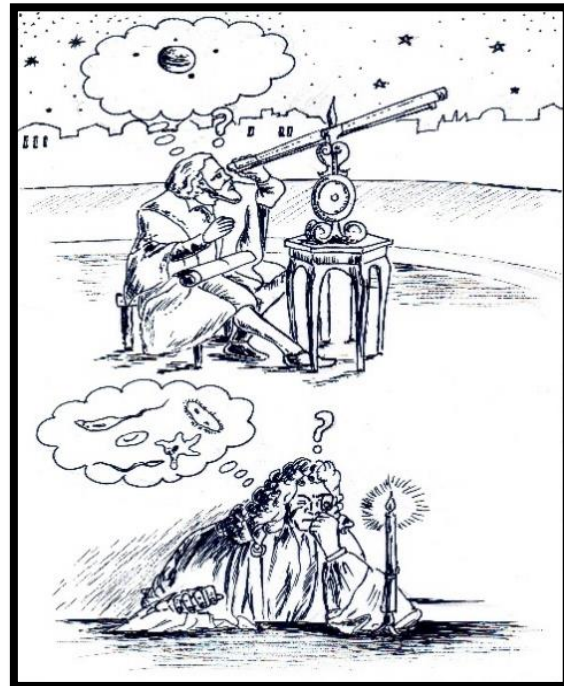
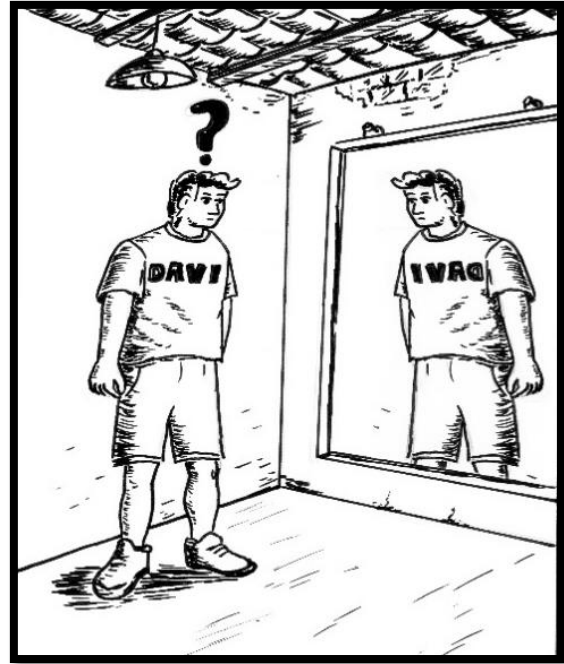


**APÊNDICE J - MANUAL DE ORIENTAÇÕES PARA O USO DOS CORDÉIS**  
**MODELO PARA IMPRESSÃO**



# FÍSICA EM CORDEL – MANUAL DE ORIENTAÇÕES

Francisco Vanderli de Araújo & Francisco Franciné Maia Junior



Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA – Polo 09

## SUMÁRIO

Orientações Didáticas para o uso dos Cordéis .....	3
Os Conteúdos presentes nos Folhetos .....	3
Os Princípios dos Folhetos de Cordéis de Física.....	3
A Sequência de Ensino dos Cordéis.....	4
Carga Horária para Aplicação dos Folhetos de Cordéis.....	5
Atividade de Intervenção (Cordel I) Exercícios de Fixação ....	8
Atividade de Intervenção (Cordel II) Exercícios de Fixação....	9
Atividade de Intervenção (Cordel III) Exercícios de Fixação..	10
Entrevista para Análise do Aprendizado dos Alunos - Questionário Aplicado Após Aplicação dos Cordéis.....	11
Prova Bimestral realizada pelos Alunos.....	13
Planos de Aulas.....	16
Instruções Para a Impressão e Confecção dos Cordéis .....	27
Referências.....	29

# **FÍSICA EM CORDEL**

## **ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS PARA O USO DOS CORDÉIS**

Agora vou lhe mostrar  
Uma grande ferramenta  
Onde o cordel apresenta  
Uma forma de estudar  
É bem mais fácil fixar  
É bem mais fácil entender  
O cordel nos dar prazer  
A aprendizagem é fiel  
Dizer que óptica em Cordel  
É mais fácil de aprender

### **OS CONTEÚDOS PRESENTES NOS FOLHETOS**

- 1º Folheto: Conceitos de óptica geométrica
- 2º Folheto: Espelhos planos: leis da reflexão
- 3º Folheto: Reflexão em espelhos esféricos
- 4º Folheto: Instrumentos Ópticos

### **OS PRINCÍPIOS DOS FOLHETOS DE CORDÉIS DE FÍSICA**

Os folhetos foram criados frisando uma linguagem simples e objetiva sobre óptica geométrica, fazendo com que o aluno entenda os conteúdos pela simples ação de ler, além de aprender física utilizando os cordéis, em segundo plano, essa cultura vai ser uma pouco revitalizada e disseminada, Como cita (NOBRE, 2017, p. 47) *Queremos usá-los como disseminadores das ciências, mas também em sala de aula como mais uma ferramenta didática, num processo de ensino-aprendizagem que seja interativo, dialogado e contextualizado.* Os folhetos de cordéis farão com que os alunos entendam a Física presente na óptica e ainda se divirtam durante a as aulas com a gama de possibilidades de aplicação que os mesmos oferecem.

**Como aplicar os cordéis**  
**Agora vou lhe ensinar**  
**Os métodos utilizados**  
**Lhe mostrando como usar**  
**Passa a passo detalhado**  
**Prometo que vai gostar**

Para a aplicação dos folhetos de cordéis em sala de aula devemos seguir alguns passos no qual será detalhado. Escolhemos trabalhar sempre em equipes visando a interação entre os alunos onde julgamos ser a melhor maneira para se aprender usando cordéis. Escolhemos o tema: Óptica geométrica, criamos quatro (04) cordéis, definimos as datas de aplicações. Escolhemos como livro de referência o próprio livro adotado pelos alunos (Física: Aula por Aula de Barreto e Xavier). Aplicamos uma sequência de ensino de acordo com os conteúdos do próprio livro didático do aluno.

Sobre as aplicações  
Agora vamos falar  
Cada passo pra seguir  
E o aprendizado chegar  
Uma sequência de ensino  
Aqui vamos detalhar

#### A SEQUÊNCIA DE ENSINO DOS CORDÉIS

- 01) **SOCIALIZAÇÃO:** Iniciamos explicando pra 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.
- 02) **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.
- 03) **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 trabalhadas 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.
- 04) **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 pra perceber se os mesmos estão entendendo por se só a parte científica presente nos cordéis.
- 05) **SOLUÇÃO:** Nessa etapa é a constatação se os alunos entenderam pro se só a Física presente em cada estrofe, o professor pode fazer questionamentos em cima de cada estrofe e da parte física presente no cordel pra perceber se houve realmente uma aprendizagem. E explorar possíveis erros conceituais para construir e solidificar o conhecimento dos alunos.

**06) 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.

**07) 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.

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

**Folhetos foram usados**

**Para Óptica aprender**

**Alunos interessados**

**Foi fácil isso perceber**

**Que conteúdos difíceis**

**Eles puderam entender**

Para aplicarmos cada folheto devemos seguir a etapa de ensino detalhada acima, discutir cada estrofe depois da declamação, entender a física presente e no final da aplicação concluir os conceitos presentes para os alunos, sempre fazer anotações pra entender o que os alunos estão pensando em cada estrofe lida, fazer entrevistas para comprovar o objetivo final do processo que é a aprendizagem.

**Nessa pesquisa que fiz  
O produto pronto ficou  
Eu construir os cordéis  
Franciné me orientou  
Walber fez as ilustrações  
Que a todos encantou.**

Todos os folhetos de cordéis que foram trabalhados nesse produto foram elaborados pelo pesquisador (ARAÚJO, F.V, 2019) e revisados pelo pesquisador (JUNIOR, F.F.M, 2019). Nessa escrita foi gratificante, pois foi preciso resgatar um pouco a cultura do cordel, principalmente as cantorias de violas, onde estrofes são construídas de improviso com perfeitas rimas, métricas e orações. Para a construção dos cordéis tomamos como referência o livro didático do próprio aluno (Física: Aula por Aula de Barreto e Xavier). Os cordéis foram construídos de várias maneiras, o primeiro foi construído em sextilhas com estrofes de seis versos que seguem a sequência ABCBDB onde o final de uma estrofe rimava com o início da próxima, estilo muito comum em cantorias de violas. O segundo cordel foi escrito também com estrofes de seis versos (sextilha), no entanto sem ter a preocupação de o último verso rimar com o próximo. O terceiro cordel foi escrito em estrofes de sete versos (septilhas) seguindo a seguinte sequência ABCBDDDB. Foi construído ainda um quarto cordel para presentear os alunos que fala sobre instrumentos ópticos, esse último foi escrito com estrofes de dez versos de sete sílabas seguindo a seguinte sequência ABCBDDEFFE.

**Pra escrever os cordéis  
Não foi fácil pode crer  
Tem que obedecer a rima  
Para todos aprender  
Mas tudo foi recompensado  
Em cada sorriso tirado  
Do aluno, ao entender**

Durante a escrita dos cordéis e suas estrofes tivemos algumas dificuldades devido a linguagem científica presente nos folhetos e a rima para algumas palavras que são complicadas para rimar e ao mesmo tempo construir as estrofes de uma maneira que fosse adequada para o entendimento dos alunos já que o público é de Ensino Médio e sempre com a preocupação de colocar os conceitos físicos da maneira correta para que os alunos não assimilassem de maneira equivocada.

**Finalizando a pesquisa  
De maneira recompensada  
Aprendemos física em rima  
Óptica foi apresentada  
E algumas dificuldades  
Pelos cordéis, foi quebrada**

Finalizo aqui esse produto com um pedido que o mesmo seja usado em sala de aulas não com o intuito de ser apenas científico, mas

com o principal objetivo do mesmo que é utilizar a ferramenta da literatura de cordel para facilitar o ensino-aprendizagem dos estudantes nos conceitos principais de óptica geométrica em nível de ensino médio.

Deixando abaixo as atividades de intervenções realizadas no final de cada aplicação dos folhetos de cordéis e a entrevista no final das aplicações, para depois, observando as respostas dos alunos perceber se houve assimilação por parte dos mesmos sobre os cordéis aplicados em sala.

## ATIVIDADE DE INTERVENÇÃO - CORDEL I

### EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (CONCEITOS DE ÓPTICA GEOMÉTRICA)

- 01) Qual é o objeto de estudo da óptica?
- 02) O que são fontes de luz? Como podemos classificá-las?
- 03) Defina fontes pontuais e extensas.
- 04) Um corpo iluminado pode torna-se luminoso? Justifique
- 05) O que é um raio de luz?
- 06) Defina um feixe ou pincel de luz.
- 07) De acordo com a propagação dos feixes de luz, como eles podem ser classificados?
- 08) Como representamos a velocidade da luz? Qual o seu valor no vácuo? O que acontece com a velocidade da luz em meios mais densos e em meios menos densos?
- 09) Defina "ano-luz".
- 10) Classifique os meios físicos que a luz pode ou não se propagar.
- 11) Quais são os princípios de propagação de luz? Cite exemplos.
- 12) Descreva uma câmara escura e explique o motivo da imagem do objeto ser invertido no interior de uma câmara escura.
- 13) Um edifício tem uma altura  $H$ . Durante uma certa hora do dia esse edifício projeta uma sombra de 30m. Ao seu lado tem um poste de 1,5m que projeta uma sombra de 50cm. Usando seus conhecimentos sobre óptica, determine a altura  $H$  desse edifício.
- 14) O que são eclipses? Quais os tipos de eclipses? Descreva-os.
- 15) Por que os objetos vistos de uma grande distância parecem pequenos? Justifique.
- 16) Defina a reflexão. Diferencie a reflexão regular da reflexão difusa.
- 17) Defina absorção, refração, dispersão e espalhamento da luz.
- 18) O que determina a cor de um corpo?
- 19) Qual a natureza da luz? Descreva o modelo ondulatório e o modelo corpuscular da luz.
- 20) O que você achou de estudar óptica usando a ferramenta da literatura de cordel? Faça um relato de no mínimo 10 linhas.



## ATIVIDADE DE INTERVENÇÃO - CORDEL II

### EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (ESPELHOS PLANOS E LEIS DA REFLEXÃO)

- 01) Defina reflexão da luz.
- 02) O que é um raio incidente (R.I), um raio refletido (R.R), uma reta normal (N), um ângulo de incidência ( $i$ ) e um ângulo de reflexão ( $r$ )?
- 03) Defina a 1ª Lei da reflexão
- 04) Defina a 2ª Lei da reflexão
- 05) Existe uma propriedade óptica que afirma que o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão. Essa lei é válida somente para os espelhos planos?
- 06) O ângulo de incidência, em um espelho plano, é de  $35^\circ$ . Qual o valor do ângulo formado entre o raio refletido e a superfície? Desenhe a figura.
- 07) Observe a figura e calcule:
- a) o ângulo de incidência
- b) o ângulo de reflexão
- c) o ângulo formado pelos raios incidente e refletido
- 08) Um objeto é colocado no plano bissetor formado por dois espelhos planos. O ângulo entre esses dois espelhos equivale a  $30^\circ$ . Determine a quantidade de imagens formadas por esses espelhos.
- 09) Dois espelhos planos fornecem 11 imagens de um objeto. Determine o ângulo formado por esses dois espelhos.
- 10) Classifique a imagem formada por um espelho plano, citando as suas características.
- 11) Descreva um periscópio explicando o seu funcionamento.



**ATIVIDADE DE INTERVENÇÃO – CORDEL III**  
**EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO (ESPELHOS ESFÉRICOS)**

- 01) Defina um espelho esférico
- 02) Qual a diferença entre espelho côncavo e convexo?
- 03) Defina os elementos de um espelho esférico
- 04) Classifique a imagem formada pelo espelho esférico côncavo em relação ao seu tamanho, natureza e orientação quando colocada antes do centro de curvatura, no centro de curvatura, entre o centro de curvatura e o foco, no foco e entre o foco e o vértice. Trace os raios notáveis em casa caso.
- 05) Classifique a imagem formada pelo espelho esférico convexo em relação ao seu tamanho, natureza e orientação quando colocada em qualquer posição em relação ao espelho. Trace os raios notáveis nesse caso.
- 06) Cite aplicações no nosso cotidiano onde são utilizados espelhos esféricos.

**ENTREVISTA PARA ANÁLISE DO APRENDIZADO DOS ALUNOS**

**QUESTIONÁRIO APLICADO APÓS APLICAÇÃO DOS CORDÉIS**

**Idade:** \_\_\_ **Série:** \_\_\_ **Turma:** \_\_\_ n° \_\_\_ **Data** \_\_\_/\_\_\_/ 2018 .

**Sexo:** ( ) Masculino ( ) Feminino

**01** - Após participar da aula de Física onde foi utilizada a Literatura de Cordel sua aprendizagem foi motivada

( ) Sim

( ) Não

**02** - Classifique a experiência do uso de Cordel nas aulas de Física. Atribua uma nota de 0 a 10

( ) 2,0 (dois)

( ) 4,0 (quatro)

( ) 6,0 (seis)

( ) 8,0 (oito)

( ) 10,0 (dez)

**03** - Você considera importante que o cordel seja usada mais vezes nas aulas?

( ) Sim

( ) Não

**04** - Você participaria de mais aulas de Física utilizando a literatura de Cordel?

( ) Sim

( ) Não

**05** - Após participar da aula de Física em Cordel, o seu interesse pela Física:

( ) aumentou ( ) diminuiu ( ) em nada mudou

( ) não me interessou

**06** - Se você tivesse que atribuir uma nota de 0 a 10, a aula de óptica utilizando o Cordel, a nota seria?

2,0 (dois)     4,0 (quatro)     6,0 (seis)  
 8,0 (oito)     10,0 (dez)

**07** - Com à aula de Física em Cordel, você conseguiu compreender o conteúdo apresentado?

sim, muito bem     sim, bem     regularmente  
 pouco     nada

**08** - Com relação à linguagem empregada nos cordéis, você diria que é:

simples e compreensível     complicada e muito científica

**09** - O que achou da metodologia de sempre trabalhar em equipe durante a aplicação dos cordéis?


excelente     ótima     boa  
 regular     ruim

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

divertida  
 não conseguiu entender  
 curiosa  
 é muito comum e eu já conheço  
 interessante  
 desinteressante  
 não é divertida  
 não está relacionada a nada do cotidiano  
 relacionada com o cotidiano  
 compreendi melhor o conteúdo

**11** - 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?

PROVA BIMESTRAL REALIZADA PELOS ALUNOS

	EEEP PROFESSORA MARIA CÉLIA PINHEIRO FALCÃO – PEREIRO/CE 11ª Coordenadoria Regional de Desenvolvimento da Educação Governo do Estado do Ceará Prof. <i>Francisco Vanderli de Araújo</i> . Disciplina: <i>Física</i> Aluno(a): _____ N° _____ Turma: _____ Data: ____/____/____	NOTA DA PROVA _____ MÉDIA BIMESTRAL _____

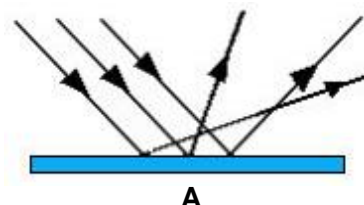
**INSTRUÇÕES - LEIA ATENTAMENTE**

Usem os espaços da prova para os cálculos, folhas anexadas a prova não terão nenhuma correção.  
 Não é permitido o uso de quaisquer materiais de consulta, assim como folhas de rascunho.  
 A prova deve ser entregue somente de caneta esferográfica azul ou preta, questões de grafite não terão correção.  
 Não esqueça de preencher o cabeçalho com seu nome completo e número da chamada.  
 As questões 9 e 10 só serão válidas com os seus respectivos cálculos.

**PROVA DE FÍSICA – \_\_\_º BIMESTRE**

**01) (Vanderli 2018)** A figura ao lado mostra um feixe de raios paralelos incidentes em uma superfície **A** e os correspondentes raios refletidos. Essa figura ilustra o fenômeno óptico da: **(0,5)**

- a) dispersão.
- b) reflexão difusa.
- c) refração.
- d) difração.
- e) reflexão regular.

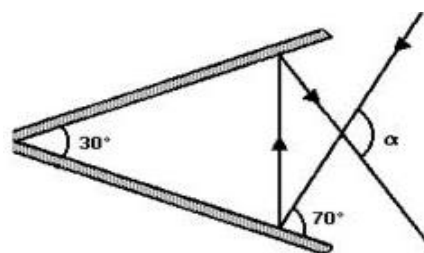


**02) (Unirio-RJ)** Durante o final da Copa do Mundo, um cinegrafista, desejando alguns efeitos especiais gravou cena em um estúdio completamente escuro, onde existia uma bandeira da “Azzurra” (azul e branca) que foi iluminada por um feixe de luz amarela monocromática. Quando a cena foi exibida ao público, a bandeira apareceu: **(0,5)**

- a) verde e branca
- b) verde e amarela
- c) preta e branca
- d) preta e amarela
- e) azul e branca

**03) (UFMG)** Observe a figura.

Nessa figura, dois espelhos planos estão dispostos de modo a formar um ângulo de  $30^\circ$  entre eles. Um raio luminoso incide sobre um dos espelhos, formando um ângulo de  $70^\circ$  com a sua superfície. Esse raio, depois de se refletir nos dois espelhos, cruza o raio incidente formando um ângulo  $\alpha$  de: **(1,0)**



- a)  $90^\circ$
- b)  $100^\circ$
- c)  $110^\circ$
- d)  $120^\circ$
- e)  $140^\circ$

- 04) (FUVEST-SP)** Admita que o Sol subitamente “morresse”, ou seja, sua luz deixasse de ser emitida. Passadas 24h, um eventual sobrevivente, olhando para o céu sem nuvens, veria: **(1,0)**
- a) a Lua e as estrelas
  - b) somente a Lua
  - c) somente estrelas
  - d) uma completa escuridão
  - e) somente os planetas do sistema solar
- 05) (Fuvest-SP)** Suponha que exista outro universo no qual há um planeta parecido com o nosso, com a diferença de que a luz visível que o ilumina é monocromática. Um fenômeno óptico causado por esta luz, que não será observado neste planeta, seria: **(1,0)**
- a) a refração.
  - b) a reflexão.
  - c) a difração.
  - d) a sombra
  - e) o arco-íris
- 06) (ITA-SP)** Ao olhar-se num espelho plano, retangular, fixado no plano de uma parede vertical, um homem observa a imagem de sua face tangenciando as quatro bordas do espelho, isto é, a imagem de sua face encontra-se ajustada ao tamanho do espelho. A seguir, o homem afasta-se, perpendicularmente à parede, numa certa velocidade em relação ao espelho, continuando a observar sua imagem. Nestas condições, pode-se afirmar que essa imagem: **(1,0)**
- a) torna-se menor que o tamanho do espelho tal como visto pelo homem.
  - b) torna-se maior que o tamanho do espelho tal como visto pelo homem.
  - c) continua ajustada ao tamanho do espelho tal como visto pelo homem.
  - d) desloca-se com o dobro da velocidade do homem.
  - e) desloca-se com metade da velocidade do homem.
- 07) (UFPR-PR)** Mãe e filha visitam a “Casa dos Espelhos” de um parque de diversões. Ambas se aproximam de um grande espelho esférico côncavo. O espelho está fixo no piso de tal forma que o ponto focal  $F$  e o centro de curvatura  $C$  do espelho ficam rigorosamente no nível do chão. A criança pára em pé entre o ponto focal do espelho e o vértice do mesmo. A mãe pergunta à filha como ela está se vendo e ela responde: **(1,0)**
- a) “Estou me vendo maior e em pé.”
  - b) “Não estou vendo imagem alguma.”
  - c) “Estou me vendo menor e de cabeça para baixo.”
  - d) “Estou me vendo do mesmo tamanho.”
  - e) “Estou me vendo em pé e menor.”
- 08) (PUC-SP)** Em um farol de automóvel tem-se um refletor constituído por um espelho esférico e um filamento de pequenas dimensões que pode emitir luz. O farol funciona bem quando o espelho é: **(1,0)**
- a) côncavo e o filamento está no centro do espelho;
  - b) côncavo e o filamento está no foco do espelho;
  - c) convexo e o filamento está no centro do espelho;
  - d) convexo e o filamento está no foco do espelho;
  - e) convexo e o filamento está no ponto médio entre o foco e o centro do espelho.

**09) (FGV)** Numa manhã de sol, um rapaz de 1,6 m de altura percebe que está projetando uma sombra de 2,4 m de comprimento. No mesmo instante, um prédio projeta uma sombra de 45 m. Com estes dados na mão, o rapaz calcula a altura do prédio que é: **(1,5)**

- a) 67,5 m
- b) 40,0 m
- c) 35,4 m
- d) 30,0 m
- e) 28,4m

**10) (FUVEST-SP)** Espelhos conjugados são muito usados em truques no teatro, na TV etc. para aumentar o número de imagens de um objeto colocado entre eles. Se o ângulo entre dois espelhos planos conjugados for  $\pi/3$  rad, quantas imagens serão obtidas? **(1,5)**

- a) duas
- b) quatro
- c) cinco
- d) seis
- e) sete

**PLANOS DE AULAS**



[NOME DA ESCOLA]

**PLANEJAMENTO - AULA 01**

DISCIPLINA: Física

NÍVEL DE ENSINO: Médio

SÉRIE: 2º Ano

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Professor: \_\_\_\_\_

**Objetivos:**

- Entender os passos de uma pesquisa científica usando literatura de cordel.
- Utilizar os conhecimentos adquiridos em sala de aula para resolver diversas situações-problemas presentes em sua vida cotidiana.
- Utilizar conhecimentos da literatura de cordel pra entender a cultura da sociedade em que vivemos.

**Conteúdos:**

- Introdução a Pesquisa científica e literatura de cordel

**Estratégias:**

- Explanação oral do conteúdo em pauta
- Discursões em sala

**Recursos:**

- Uso da Lousa e pincel
- Uso do note book e DATA Show

**Procedimentos de avaliação:**

- Observação do desempenho, comportamento e participação dos alunos durante as aulas.

-----  
Professor de Física

[NOME DA ESCOLA]

**PLANEJAMENTO - AULA 02**

DISCIPLINA: Física

NÍVEL DE ENSINO: Médio

SÉRIE: 2º Ano

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Professor: \_\_\_\_\_

**Objetivos:**

- Entender os princípios da óptica para melhorar a vida da comunidade onde o aluno está inserido.
- Utilizar conhecimentos da Óptica Geométrica para resolver problemas do seu cotidiano.

**Conteúdos:**

- Introdução a Óptica Geométrica (princípios)

**Estratégias:**

- Explicação oral do conteúdo em pauta através da leitura do cordel.
- Discursões em sala

**Recursos:**

- Uso dos folhetos de cordéis

**Procedimentos de avaliação:**

- Observação do desempenho, comportamento e participação dos alunos durante as aulas.

-----

Professor de Física

[NOME DA ESCOLA]

**PLANEJAMENTO - AULA 03**

DISCIPLINA: Física

NÍVEL DE ENSINO: Médio

SÉRIE: 2º Ano

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Professor: \_\_\_\_\_

**Objetivos:**

- Entender os princípios da óptica para melhorar a vida da comunidade onde o aluno está inserido.
- Utilizar conhecimentos da Óptica Geométrica para resolver problemas do seu cotidiano.

**Conteúdos:**

- Introdução a Óptica Geométrica (princípios)-  
Continuação do primeiro folheto

**Estratégias:**

- Explicação oral do conteúdo em pauta através da leitura do cordel.
- Discursões em sala

**Recursos:**

- Uso dos folhetos de cordéis

**Procedimentos de avaliação:**

- Observação do desempenho, comportamento e participação dos alunos durante as aulas.

-----  
Professor de Física

[NOME DA ESCOLA]

**PLANEJAMENTO - AULA 04**

DISCIPLINA: Física

NÍVEL DE ENSINO: Médio

SÉRIE: 2º Ano

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Professor: \_\_\_\_\_

**Objetivos:**

- Entender os princípios da óptica para melhorar a vida da comunidade onde a aluno está inserido.
- Utilizar conhecimentos da Óptica Geométrica para resolver problemas do seu cotidiano.
- Utilizar os conhecimentos adquiridos no primeiro folheto para resolver os exercícios propostos.

**Conteúdos:**

- Introdução a Óptica Geométrica (princípios)

**Estratégias:**

- Aplicação de exercícios em sala e impresso
- Discursões em grupos em sala de aula

**Recursos:**

- Uso dos folhetos de cordéis
- Exercícios escritos

**Procedimentos de avaliação:**

- Observação do desempenho, comportamento e participação dos alunos durante as aulas.

-----  
Professor de Física

[NOME DA ESCOLA]

**PLANEJAMENTO - AULA 05**

DISCIPLINA: Física

NÍVEL DE ENSINO: Médio

SÉRIE: 2º Ano

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Professor: \_\_\_\_\_

**Objetivos:**

- Entender os princípios da óptica para melhorar a vida da comunidade onde o aluno está inserido.
- Utilizar conhecimentos da Óptica Geométrica para resolver problemas do seu cotidiano.
- Utilizar os conhecimentos adquiridos no primeiro folheto para aplicar no seu cotidiano.

**Conteúdos:**

- Espelhos planos
- Leis da Reflexão

**Estratégias:**

- Explicação oral do conteúdo em pauta através da leitura do cordel.
- Discursões em sala

**Recursos:**

- Uso dos folhetos de cordéis

**Procedimentos de avaliação:**

- Observação do desempenho, comportamento e participação dos alunos durante as aulas.

-----

Professor de Física

[NOME DA ESCOLA]

**PLANEJAMENTO - AULA 06**

DISCIPLINA: Física

NÍVEL DE ENSINO: Médio

SÉRIE: 2º Ano

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Professor: \_\_\_\_\_

**Objetivos:**

- Entender o que é um espelho plano e as leis da reflexão para melhorar a vida da comunidade onde o aluno está inserido.
- Utilizar conhecimentos da Óptica Geométrica para resolver problemas do seu cotidiano.
- Utilizar os conhecimentos adquiridos no segundo folheto para resolver os exercícios propostos.

**Conteúdos:**

- Espelhos planos
- Leis da Reflexão

**Estratégias:**

- Aplicação de exercícios em sala e impresso
- Discursões em grupos em sala de aula

**Recursos:**

- Uso dos folhetos de cordéis
- Exercícios escritos

**Procedimentos de avaliação:**

- Observação do desempenho, comportamento e participação dos alunos durante as aulas.

-----  
Professor de Física

[NOME DA ESCOLA]

**PLANEJAMENTO - AULA 07**

DISCIPLINA: Física

NÍVEL DE ENSINO: Médio

SÉRIE: 2º Ano

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Professor: \_\_\_\_\_

**Objetivos:**

- Entender o que é um espelho esférico e a formação de imagens nesse tipo de espelho para melhorar a vida da comunidade onde a aluno está inserido.
- Utilizar conhecimentos da Óptica Geométrica para resolver problemas do seu cotidiano.
- Utilizar os conhecimentos adquiridos no terceiro folheto para aplicar no seu cotidiano.

**Conteúdos:**

- Espelhos Esféricos
- Formação de imagens

**Estratégias:**

- Discursão do conteúdo em pauta através da leitura do cordel.
- Discursões em sala

**Recursos:**

- Uso dos folhetos de cordéis

**Procedimentos de avaliação:**

- Observação do desempenho, comportamento e participação dos alunos durante as aulas.

-----  
Professor de Física

[NOME DA ESCOLA]

**PLANEJAMENTO - AULA 08**

DISCIPLINA: Física

NÍVEL DE ENSINO: Médio

SÉRIE: 2º Ano

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Professor: \_\_\_\_\_

**Objetivos:**

- Entender o que é um espelho esférico e a formação de imagens nesses espelhos para melhorar a vida da comunidade onde a aluno está inserido.
- Utilizar conhecimentos da Óptica Geométrica para resolver problemas do seu cotidiano.
- Utilizar os conhecimentos adquiridos no terceiro folheto para resolver os exercícios propostos.

**Conteúdos:**

- Espelhos Esféricos
- Formação de imagens

**Estratégias:**

- Aplicação de exercícios em sala e impresso
- Discursões em grupos em sala de aula

**Recursos:**

- Uso dos folhetos de cordéis
- Exercícios escritos

**Procedimentos de avaliação:**

- Observação do desempenho, comportamento e participação dos alunos durante as aulas.

-----

Professor de Física



[NOME DA ESCOLA]

**PLANEJAMENTO - AULA 09**

DISCIPLINA: Física

NÍVEL DE ENSINO: Médio

SÉRIE: 2º Ano

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Professor: \_\_\_\_\_

**Objetivos:**

- Entender os conceitos principais de óptica geométrica, espelhos planos e esféricos e a formação de imagens nesses tipos de espelhos.
- Utilizar conhecimentos da Óptica Geométrica para resolver problemas do seu cotidiano.
- Utilizar os conhecimentos adquiridos durante as discursões dos três folhetos de cordéis para resolver os exercícios propostos na prova.

**Conteúdos:**

- Princípios de Óptica Geométrica
- Espelhos Planos e Esféricos
- Formação de imagens nos espelhos planos e esféricos

**Estratégias:**

- Aplicação da prova impressa
- Atividade individual

**Recursos:**

- Prova escrita, individual e sem consulta

**Procedimentos de avaliação:**

- Observação do desempenho, comportamento e participação dos alunos durante a prova e quantificação da nota final de cada aluno.

-----  
Professor de Física

[NOME DA ESCOLA]

**PLANEJAMENTO - AULA 10**

DISCIPLINA: Física

NÍVEL DE ENSINO: Médio

SÉRIE: 2º Ano

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Professor: \_\_\_\_\_

**Objetivos:**

- Perceber o entendimento dos alunos sobre a aplicação dos cordéis.
- Perceber pontos positivos e negativos sobre o uso dos cordéis com a aplicação desse questionário.
- Utilizar os dados de cada aluno para propor intervenções pedagógicas com o intuito de melhorar o aprendizado.

**Conteúdos:**

- Princípios de Óptica Geométrica
- Espelhos Planos e Esféricos
- Formação de imagens nos espelhos planos e esféricos

**Estratégias:**

- Aplicação de um questionário em sala de aula
- Atividade individual

**Recursos:**

- Uso de um questionário escrito

**Procedimentos de avaliação:**

- Observação do desempenho, comportamento e participação dos alunos durante o questionário e uso dos dados para intervenções pedagógicas.

-----  
Professor de Física

## **INSTRUÇÕES PARA A IMPRESSÃO E CONFECÇÃO DOS CORDÉIS**

**TODOS OS CORDÉIS ESTÃO FORMATADOS EM PDF - VERSÃO PARA IMPRESSÃO**

### **CORDEL 01 - CONCEITOS DE ÓPTICA GEOMÉTRICA**

- ✓ Imprimir a capa somente frente (ela será dobrada e grampeada no restante das páginas).
- ✓ O restante do arquivo (as páginas) imprimir em frente e verso, no final junta todas as páginas com a capa.
- ✓ Dobra no meio na linha pontilhada, grampeia (dois grampos) e corta com uma guilhotina de cortar papel (cortar somente após grampear).

### **CORDEL 02 - ESPELHOS PLANOS: LEIS DA REFLEXÃO**

- ✓ Imprimir a capa somente frente (ela será dobrada e grampeada no restante das páginas).
- ✓ A folha 02, onde tem as páginas 01 e 10, imprimir somente frente.
- ✓ O restante do arquivo (as páginas) imprimir em frente e verso, no final junta todas as páginas com a capa
- ✓ Dobra no meio na linha pontilhada, grampeia (dois grampos) e corta com uma guilhotina de cortar papel (cortar somente após grampear).

### **CORDEL 03 - REFLEXÃO EM ESPELHOS ESFÉRICOS**

- ✓ Imprimir a capa somente frente (ela será dobrada e grampeada no restante das páginas).
- ✓ A folha 02, onde tem as páginas 01 e 14, imprimir somente frente.
- ✓ O restante do arquivo (as páginas) imprimir em frente e verso, no final junta todas as páginas com a capa
- ✓ Dobra no meio na linha pontilhada, grampeia (dois grampos) e corta com uma guilhotina de cortar papel (cortar somente após grampear).

## CORDEL 04 – INSTRUMENTOS ÓPTICOS

- ✓ Imprimir a capa somente frente (ela será dobrada e grampeada no restante das páginas).
- ✓ O restante do arquivo (as páginas) imprimir em frente e verso, no final junta todas as páginas com a capa
- ✓ Dobra no meio na linha pontilhada, grampeia (dois grampos) e corta com uma guilhotina de cortar papel (cortar somente após grampear).

### LINHA DA DOBRA (PONTILHADA)

↓



**DADOS BIográficos DO AUTOR**

Francisco Vanderli de Araújo é filho de Valfredo Petronilo de Araújo e Ivanilde Geraldo de Lima Araújo, nasceu em Doutor Severiano/RN, em 19 de Junho de 1983. É graduado em Física pela UERN (2008), Especialista em Ensino de Física pela URCA (2013), atualmente (2018) cursa Mestrado em Ensino de Física pela Sociedade Brasileira de Física SBF no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, pela Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA) - (Polo 09). Professor de Física da Educação básica do Estado do Ceará desde 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA - SBF  
COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI ÁRIDO - UFERSA

ESTE FOLHETO DE CORDEL FAZ PARTE DO PRODUTO EDUCACIONAL DE CONCLUSÃO DO MNPEF

**Autor:** Francisco Vanderli de Araújo  
**Orientador:** Francisco Franciné Maia Junior  
**Ilustrador (capa):** José Walber Alves Carneiro

**APOIO:**



## Física em Cordel

### INSTRUMENTOS ÓPTICOS



**Francisco Vanderli de Araújo**

↑

SUGESTÕES PARA O LOCAL DOS GRAMPOS (DEPOIS DE DOBRAR)

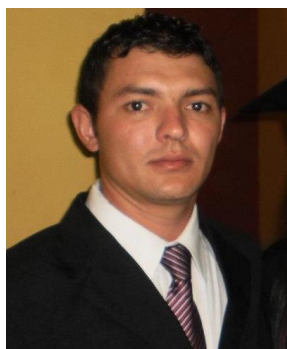
## REFERÊNCIAS

NOBRE, Francisco Augusto Silva. **Folhetos de cordel científicos: um catálogo e uma sequência de ensino.** - São Leopoldo: Trajetos Editorial, 2017.

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

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **Pensamento e Linguagem.** Edição eletrônica: Ed Ridendo Castigat Mores. Disponível em: [www.jahr.org](http://www.jahr.org). Acessado no dia 18 de dezembro de 2018.

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



#### DADOS BIOGRÁFICOS DO AUTOR

**Francisco Vanderli de Araújo** é filho de Valfredo Petronilo de Araújo e Ivanilde Geraldo de Lima Araújo, nasceu em Doutor Severiano/RN, em 19 de Junho de 1983. É graduado em Física pela UERN (2008), Especialista em Ensino de Física pela URCA (2013), atualmente (2019) cursa Mestrado em Ensino de Física pela Sociedade Brasileira de Física SBF no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, pela Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA) - (Polo 09). Professor de Física da Educação básica do Estado do Ceará desde 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA – SBF  
COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL  
SUPERIOR - CAPES  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI ARIDO – UFERSA

ESTE MANUAL DE ORIENTAÇÕES FAZ PARTE DO PRODUTO  
EDUCACIONAL DE CONCLUSÃO DO MNPEF

**Autor:** Francisco Vanderli de Araújo  
**Orientador:** Francisco Franciné Maia Junior  
**Ilustrador (capa):** José Walber Alves Carneiro

APOIO:



**APÊNDICE K - AUTORIZAÇÃO DA DIREÇÃO E DOS PAIS PARA O USO DE  
DADOS E IMAGENS**




UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA  
MNPEF – UFERSA – MOSSORÓ/RN

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

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO DA DIREÇÃO**

Autorizo que o Prof. Francisco Vanderli de Araújo, disponibilize as fotos, da EEEP Professora Maria Célia Pinheiro Falcão da rede Estadual do Ceará, em sua dissertação de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física na Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Mossoró (polo 09).

  
\_\_\_\_\_  
Francisco Petrónio de Sousa  
Diretor Escolar

Francisco Petrónio de Sousa  
Diretor Escolar  
DOE: 08/11/2017



EEEP PROFESSORA MARIA CÉLIA PINHEIRO FALCÃO – PEREIRO/CE



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

MNPEF – UFERSA – MOSSORÓ/RN



### TERMO DE AUTORIZAÇÃO DOS PAIS – USO DE IMAGEM

Nós, abaixo assinados, pais dos alunos do 2º ano A do Ensino Médio, Curso Técnico em administração, da EEP Professora Maria Célia Pinheiro Falcão – Pereiro – CE, alunos do professor Francisco Vanderli de Araújo, concordamos que o mesmo disponibilize algumas das fotos que foram feitas durante as aulas de Física (2018), referentes a tópicos de Óptica Geométrica, e que possibilitou ao professor realizar sua dissertação de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física na Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Mossoró/RN (polo 09).

#### ALUNO (A)

#### ASSINATURA DO RESPONSÁVEL

1 - ANA JACKELINE ALVES DA SILVA

P/

2 - ANA KAROL DA SILVA

3 - ANDREIA HERLLEN ALVES RODRIGUES

*Assinada Elgenio A. G. Rodrigues*

4 - BRUNA THAIS FERNANDES BEZERRA

5 - CAIO BEZERRA NOBRE

*FRANCISCA REGÂNIA FILHA NOBRE*

6 - CARLOS DANIEL MORAIS MOURA

7 - CASSIO VINICIUS ROCHA LOPES

8 - DALYSON DAVID BEZERRA DE QUEIROZ

P/

9 - DEBORA FREIRE DE LIMA

*Maria Cláudia Freire*

10 - ERIKA CAMYLY GOMES DE MORAES

*mae Rosana Moraes de Lima*

11 - FELIPE MAICON DE AQUINO LIMA

P/

12 - FRANCISCO TIAGO ALVES DE QUEIROZ

13 - GUILHERME ALMEIDA DE VASCONCELOS

*Joséia Ramos de Almeida*

14 - GUSTAVO TAYLON QUEIROZ ARAUJO

*Indalva Franco de Queiroz*

- 3891039 14 - GUSTAVO TAYLON QUEIROZ *Isindalva Franco de Queiroz*  
 ARAUJO
- 3893605 15 - HELEN DANTAS DE OLIVEIRA *Deizimar Dantas de Freitas*
- 3891057 16 - ISABELY MAILLY DE ALENCAR *Boacis Pimenta de Araújo*  
 ARAUJO
- 1751767 17 - ISADORA MOURA DE AQUINO *Somramda Francyse Moura*
- 1754575 18 - JULIA ANDRADE DA CONCEICAO
- 1752798 19 - JULIA STEPHANE CARVALHO  
 HOLANDA
- 3891283 20 - KARINY DA SILVA CARVALHO *\* Andrelia nataliana Carvalho de Amorim.*
- 3891303 21 - LARISSA MARIA DA SILVA PESSOA *Vera Lucia da Silva Pessoa*
- 3891318 22 - LAURA BEATRIZ NUNES DE  
 CARVALHO
- 3891335 23 - LORENA NUNES DA SILVA *Maria Augusta Nunes*
- 1751816 24 - LUCAS GUSTAVO SANTOS DIAS *Maria Elener dos Santos Dias*
- 2394417 25 - MARCOS MOREIRA DE  
 CARVALHO
- 1686371 26 - MARIA DHYONARA DE QUEIROZ *Maria Rosivânia de Q. Lima*  
 BARRETO
- 3891708 27 - MARIA EDUARDA CAVALCANTE
- 1686386 28 - MARIA FLAVIA DE AQUINO  
 QUEIROZ
- 3891737 29 - MARIA LAIANE DE SOUZA *\* Maria Alzeir de Acaçimo Queiroz*  
 CARVALHO
- 3891743 30 - MARIA LUISA CHAVES JERONIMO *\* Maria de Lourdes de Carvalho*  
*Maria Jacé Chaves gerônimo*
- 3891751 31 - MARILIA GABRIELE DA SILVA *Maria Angelucia da Silva*  
 DIOGENES
- 3891755 32 - MAYRA EDNA FLORENTINO DA *Maria Ivane da Silva*  
 SILVA
- 2392975 33 - NATALIANA MARIA ROCHA DE *Pro Geris Fernandes de Aquino*  
 AQUINO
- 1754839 34 - NICOLAS STENIO FREIRE DIAS *At Roserilda Leima Freire.*
- 3891829 35 - PEDRO SANTIAGO LOPES *Maria de Fátima Lopes Silva*  
 RODRIGUES
- 1866910 36 - RAFAELA ROCHA DA SILVA *Fl. ~~Amorim~~*
- 1754892 37 - ROBERTA RANALINE SOUSA *Roberto Carlos dos Santos*  
 SANTOS
- 3862920 38 - ROBSON MOURA VITOR
- 3892002 39 - SAMUEL DAVI SOARES SIQUEIRA
- 3892224 40 - VITORIA SABRINA FERREIRA
- 2402632 41 - VITORIA SANTOS CARVALHO
- 3893205 42 - YHANN VICTOR DIAS *Jose Fernando da Silva*  
 FERNANDES
- 2441635 43 - YTALO CARLOS BEZERRA *Edizelia Carlos da Silva*