



UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF

ANTONY GLEYDSON LIMA BASTOS

**CONSTRUÇÃO DE UMA PROPOSTA METODOLÓGICA, USANDO A
SEQUÊNCIA FEDATHI E UM APLICATIVO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS PARA
O ENSINO DE REFRAÇÃO DA LUZ**

JUAZEIRO DO NORTE - CEARÁ

2022

ANTONY GLEYDSON LIMA BASTOS

CONSTRUÇÃO DE UMA PROPOSTA METODOLÓGICA, USANDO A SEQUÊNCIA
FEDATHI E UM APLICATIVO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS PARA O ENSINO DE
REFRAÇÃO DA LUZ

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Regional do Cariri – URCA, polo 31, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Dr. Francisco Augusto Silva Nobre.

JUAZEIRO DO NORTE - CEARÁ

2022

ANTONY GLEYDSON LIMA BASTOS

CONSTRUÇÃO DE UMA PROPOSTA METODOLÓGICA, USANDO A SEQUÊNCIA
FEDATHI E UM APLICATIVO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS PARA O ENSINO DE
REFRAÇÃO DA LUZ

Orientador:

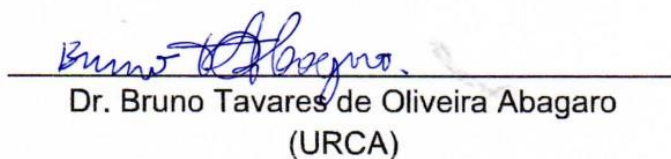
Dr. Francisco Augusto Silva Nobre

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da
Universidade Regional do Cariri – URCA, polo 31, no Curso de Mestrado
Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à
obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:



Dr. Francisco Augusto Silva Nobre
(URCA – ORIENTADOR)



Dr. Bruno Tavares de Oliveira Abagaro
(URCA)

Documento assinado digitalmente
gov.br HERMINIO BORGES NETO
Data: 31/10/2022 14:25:11-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dr. Hermínio Borges Neto
(UFC)

Juazeiro do Norte - Ceará
2022

Ficha Catalográfica elaborada pelo autor através do sistema
de geração automático da Biblioteca Central da Universidade Regional do Cariri - URCA

Bastos, Antony Gleydson Lima

B327c CONSTRUÇÃO DE UMA PROPOSTA METODOLÓGICA, USANDO
A SEQUÊNCIA FEDATHI E UM APLICATIVO PARA DISPOSITIVOS
MÓVEIS PARA O ENSINO DE REFRAÇÃO DA LUZ / Antony Gleydson Lima
Bastos. Juazeiro do Norte - CE, 2022.

99p. il.

Dissertação. Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física
da Universidade Regional do Cariri - URCA.

Orientador(a): Prof. Dr. Francisco Augusto Silva Nobre

1.Metodologias Ativas de Aprendizagem, 2.Sequência FEDATHI, 3.Ensino de
Física, 4.Refração e Lentes; I.Título.

CDD: 621

Dedico este trabalho a Deus, razão maior de tudo, que me concedeu saúde, força e perseverança necessárias para o desenvolvimento e execução do mesmo, a minha esposa Jéssica pelo amor, dedicação, paciência, apoio e carinho nos momentos que eu mais precisei ao longo desse processo, aos meus filhos Eri e Maria Eduarda pela compreensão devido à distância e à minha avó Clarite (*in memoriam*) que me educou e me proporcionou condições adequadas para um êxito profissional.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Francisco Augusto Silva Nobre, pela dedicação, paciência, orientações, conselhos e conhecimentos transmitidos, muito bem vindos nessa fase.

À Universidade Regional do Cariri (URCA), à Sociedade Brasileira de Física (SBF) e ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), especialmente ao Polo 31.

Aos professores Cláudio Dantas, Carlos Emídio, Jamil Saade, Noélia Santos, Job Saraiva e Francisco Eduardo, pelos valiosos conhecimentos transmitidos ao longo das disciplinas do mestrado.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - *campus* Cedro, que me permitiu cursar o mestrado aliando ao trabalho e proporcionando a aplicação do projeto nas aulas regulares.

Aos meus queridos alunos da turma S4 Integrado em Informática, pelo carinho com que receberam a proposta e participaram das aulas com bastante entusiasmo e alegria.

Aos colegas do mestrado que compartilharam conhecimento, amizade e descontração mesmo diante de obstáculos que surgiram ao longo do percurso. Especialmente o grupo do “Os Kaba”: Edson Moraes, Fellype Oliveira, Emanuel Andrade e Daniel Xenofonte, pela cumplicidade e parceria.

Aos meus familiares, amigos e colegas de trabalho pelas palavras de motivação e trocas de experiência ao longo dessa caminhada.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para realização deste trabalho.

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

RESUMO

O presente trabalho visa apresentar uma pesquisa de mestrado relacionada à aplicação de uma metodologia de ensino, com a intermediação de um aplicativo para dispositivos móveis, no uso do ensino do conteúdo de refração e lentes no ensino médio. O conteúdo de óptica na disciplina de Física no ensino médio é ministrada no segundo ano do ensino médio. O objetivo dessa pesquisa foi verificar o processo de ensino e aprendizagem dos alunos do ensino médio em Física no conteúdo de refração e lentes, utilizando um aplicativo e textos-base como ferramentas mediadoras nesse processo, usando a metodologia de ensino FEDATHI. Desse modo, foi aplicada essa metodologia de ensino em uma turma de ensino médio de uma escola da rede pública federal de ensino, analisando o impacto da aplicação dessa metodologia na sua aprendizagem e identificando aspectos positivos no processo de ensino-aprendizagem. A aplicação dessa metodologia foi intermediada pelo aplicativo *Lablent*, desenvolvido especificamente para esse fim. A sequência FEDATHI, desenvolvida por Borges Neto em 1996 é uma metodologia de ensino composta por quatro etapas sequenciais e interdependentes. Como metodologia de pesquisa utilizada, foi feita uma intervenção pedagógica no intuito de aplicar a sequência FEDATHI, usando como ferramenta intermediadora o aplicativo desenvolvido como produto educacional. A intervenção pedagógica foi realizada em um total de 5 encontros, perfazendo um total de oito aulas, cada uma com uma hora de duração. Em cada encontro, a turma foi dividida em 5 equipes, em que foram realizadas atividades planejadas para cada um deles, tendo como foco o aprendizado do conteúdo proposto para cada aula. Os alunos, dentro do planejamento para cada encontro, utilizaram tanto do aplicativo *Lablent* quanto de textos-base para discutirem entre si, dentro dos respectivos grupos, com o fim de responder às questões propostas no início da aula. Após a aplicação da pesquisa, foi feita a análise por meio das intervenções realizadas, dos registros feitos das aulas, das atividades desenvolvidas pelos grupos de estudantes e das respostas dadas ao final de cada encontro às perguntas feitas no início de cada aula. Tudo isso foi mensurado através de instrumentais aplicados. A pesquisa de cunho qualitativo avaliou e analisou o objeto como estudo de caso que, ao final, verificou o comportamento dos alunos à situação específica em que ocorre o processo de construção do conhecimento.

Palavras-chave: Metodologias Ativas de Aprendizagem, Sequência FEDATHI, Ensino de Física, Refração e Lentes.

ABSTRACT

The present paper seeks to present a master's research related to the application of a teaching methodology, with the intermediation of an application for mobile devices, in the use of teaching refraction content and lenses in high school. The content of optics in Physics in high school is taught in the second year of high school. The object of this research was to verify the teaching and learning process of high school students in Physics in the content of refraction and lenses, using an application and base texts as mediating tools in this process, using the FEDATHI teaching methodology. So, this teaching methodology was applied in a high school class of a federal public school, analyzing the impact of applying this methodology on their learning and identifying positive aspects in the teaching-learning process. The application of this methodology was mediated by the *Lablent* application, developed specifically for this purpose. The FEDATHI sequence, developed by Borges Neto in 1996, is a teaching methodology composed of four sequential and interdependent stages. As a research methodology, a pedagogical intervention was made in order to apply the FEDATHI sequence, using the application developed as an educational product as an intermediary tool. The pedagogical intervention was carried out in a total of four meetings with two class hours each, totaling eight hours. At each meeting, the class was divided into 5 teams, in which activities planned for each of them were carried out, focusing on learning the content proposed for each class. The students, within the planning for each meeting, used both the *Lablent* application and the base texts to discuss among themselves, within their respective groups, in order to answer the questions proposed at the beginning of the class. After the application of the research, the analysis was made through the interventions carried out, the records made of the classes, the activities developed by the groups of students and the answers given at the end of each meeting to the questions asked at the beginning of each class. All this was measured through applied instrumentals. The qualitative research evaluated and analyzed the object as a case study that, in the end, verified the students behavior in the specific situation in which the knowledge construction process occurs.

Keywords: Active Learning Methodologies, FEDATHI sequence, Physics Teaching, Refraction and Lenses.

LISTA DE SIGLAS

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
SBF	Sociedade Brasileira de Física
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
URCA	Universidade Regional do Cariri

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Raio de luz incidindo obliquamente sobre uma interface ar-vidro.	19
Figura 2 - A trajetória do raio de luz é desviada durante a refração	20
Figura 3 - Raios de luz atravessando uma superfície refratora esférica.....	22
Figura 4 - Raios de luz atravessando uma superfície refratora plana.	24
Figura 5 - Lente convergente.....	25
Figura 6 - Lente divergente.....	25
Figura 7 - Relação professor-aluno-saber na sequência FEDATHI.....	31
Figura 8 - Tipos de questionamentos na fase de maturação da sequência FEDATHI	34
Figura 9 - Interação entre professor e alunos durante o debate na fase de solução da sequência FEDATHI.....	35
Figura 10 - Desenvolvimento da sequência FEDATHI	36
Figura 11 - Esquema de um raio de luz r atravessando uma interface entre dois meios homogêneos 1 e 2	39
Figura 12 - Representação de raios de luz atravessando uma lente delgada bicôncava	40
Figura 13 - Representação de uma lente delgada biconvexa.....	40
Figura 14 - Interface de entrada do aplicativo <i>Lablent</i> para lente biconvexa.....	46
Figura 15 - Interface de entrada do aplicativo <i>Lablent</i> para lente bicôncava.....	46
Figura 16 - Tela de interação do aplicativo <i>Lablent</i> para lente bicôncava.	47
Figura 17 - Tela de interação do aplicativo <i>Lablent</i> para lente bicôncava.	47
Figura 18 - Tela de interação do aplicativo <i>Lablent</i> para lente biconvexa.	48
Figura 19 - Tela de interação do aplicativo <i>Lablent</i> para lente biconvexa.	48
Figura 20 - Tela de interação do aplicativo <i>Lablent</i> para lente bicôncava, após tocar a lupa de aumento.....	49
Figura 21 - Tela de interação do aplicativo <i>Lablent</i> para lente biconvexa, após tocar a lupa de aumento.....	49
Figura 22 - Gráfico das respostas dos estudantes à questão 3 do questionário de avaliação prévia	55
Figura 23 - Foto da sala de aula debatendo em grupos durante a fase de maturação.	59

Figura 24 - Fotos dos grupos em discussão durante a fase de maturação no terceiro encontro.	62
Figura 25 - Imagem de um dos grupos apresentando na fase de solução no terceiro encontro	65
Figura 26 - Gráfico das respostas dos estudantes à primeira questão do questionário de avaliação de metodologia.....	68
Figura 27 - Gráfico das respostas dos estudantes à segunda questão do questionário de avaliação de metodologia.	68
Figura 28 - Gráfico das respostas dos estudantes à quarta questão do questionário de avaliação de metodologia.....	70
Figura 29 - Gráfico das respostas dos estudantes à sexta questão do questionário de avaliação de metodologia.....	72
Figura 30 - Interface de entrada do aplicativo <i>Lablent</i> para lente biconvexa.....	88
Figura 31 - Tela de interação do aplicativo <i>Lablent</i> para lente bicôncava.	88
Figura 32 - Tela de interação do aplicativo <i>Lablent</i> para lente bicôncava, após tocar a lanterna.	89
Figura 33 - Tela de interação do aplicativo <i>Lablent</i> para lente bicôncava, após tocar a lupa de aumento.....	90
Figura 34 - Interface de entrada do aplicativo <i>Lablent</i> para lente biconvexa.....	90
Figura 35 - Tela de interação do aplicativo <i>Lablent</i> para lente biconvexa.	91
Figura 36 - Tela de interação do aplicativo <i>Lablent</i> para lente bicôncava, após tocar a lanterna.	91
Figura 37 - Tela de interação do aplicativo <i>Lablent</i> para lente biconvexa, após tocar a lupa de aumento.....	92
Figura 38 - Imagem do texto-base “Observando o Universo: refração da luz”	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Papéis de professores e alunos em ambiente ativo de aprendizagem	29
Quadro 2 -	Respostas da questão 1 do questionário de avaliação prévia.	54
Quadro 3 -	Respostas da questão 2 do questionário de avaliação prévia.	54
Quadro 4 -	Respostas da questão 4 do questionário de avaliação prévia.	56
Quadro 5 -	Respostas da questão 6 do questionário de avaliação prévia	57
Quadro 6 -	Síntese das respostas dos questionamentos apresentados na fase de maturação do segundo encontro.....	60
Quadro 7 -	Síntese das respostas dos questionamentos apresentados na fase de maturação do terceiro encontro.	63
Quadro 8 -	Síntese das respostas dos questionamentos apresentados na fase de maturação do segundo encontro.....	66
Quadro 9 -	Respostas da questão 3 do questionário de avaliação de metodologia	69
Quadro 10 -	Respostas da questão 4 do questionário de avaliação de metodologia	71
Quadro 11 -	Respostas da questão 5 do questionário de avaliação de metodologia	71
Quadro 12 -	Respostas da questão 7 do questionário de avaliação de metodologia	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índice de Refração	21
Tabela 2 - Calendário de aplicação da intervenção pedagógica	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	TÓPICOS DE FÍSICA	17
2.1	Óptica	17
2.2	A propagação da Luz	18
2.3	Refração da Luz	19
2.4	Superfícies refratoras.....	21
2.4.1	Superfícies refratoras esféricas	22
2.4.2	Superfícies refratoras planas.....	23
2.5	Lentes delgadas.....	24
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	27
3.1	Metodologias Ativas de Aprendizagem	27
3.2	A Sequência FEDATHI.....	30
3.3	Sequência FEDATHI no Ensino de Física	37
3.4	O ensino do conteúdo de Refração e Lentes	38
4	METODOLOGIA	42
4.1	A Natureza da pesquisa e o tipo de investigação	42
4.2	Instrumentos de coleta de dados	44
4.3	Cronograma da Intervenção Pedagógica.....	45
4.4	O Produto Educacional	45
4.4.1	Descrição do Aplicativo	46
5	INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA E ANÁLISE DOS RESULTADOS	51
5.1	O Primeiro Encontro	53
5.2	O Segundo Encontro	58
5.3	O Terceiro Encontro.....	61
5.4	O Quarto Encontro.....	64
5.5	O Quinto Encontro	67
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
	REFERÊNCIAS	77
	APÊNDICE A	79
	APÊNDICE B.....	80

APÊNDICE C.....81

ANEXO I.....96

1 INTRODUÇÃO

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 2002) apontam que a formação educacional deve contribuir para a formação técnica, mas também para uma cultura mais ampla, compreendendo as diferenças culturais de cada grupo social, da convivência harmônica com o mundo da informação e uma visão crítica e participativa dentro da sociedade. Tendo a percepção e reconhecendo as diferenças de cada sujeito no meio social em que esteja inserido, por meio de uma forma educacional que contemple todas essas competências e atitudes, o professor de Física deve agir como um interlocutor para que possa contribuir para a construção de um conhecimento científico formalmente instituído, utilizando as ferramentas rotineiras necessárias para que essa construção possa acontecer de forma natural.

No âmbito do processo de ensino e aprendizagem, o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) vem auxiliar o trabalho do professor em sala de aula, com investigação e experimentação nas ciências, “considerando permitir ao aprendiz vivenciar experiências, interferir, fomentar, e construir o próprio conhecimento” (AGUIAR, 2008, p. 63).

Há de se considerar que é imperativo que as salas de aula proporcionem diversos tipos de interação entre seus componentes físicos e seus usuários para que os professores, segundo Cortelazzo *et al.* (2018, pág. 32), possam “incorporar novas tecnologias que tornem o aprendizado mais eficaz”. Assim, a adoção de metodologias ativas de aprendizagem torna-se fundamental para se conseguir melhores resultados, proporcionando um ambiente mais propício à aprendizagem.

Quando se trata de metodologia de ensino, há uma série de metodologias, desde as tradicionais às mais inovadoras, que podem ser lançadas mão para buscar novos resultados. De fato, o que deve ser levado em consideração é que o aluno possa se sentir instigado, durante a aula, para resolução de um problema, buscando a sua solução, utilizando os conhecimentos que já possui, fazendo, assim, uma ponte entre este e o novo conhecimento que se está propondo ser construído.

Neste processo, de acordo com Soares e Nobre (2018, pág. 30), o professor pode lançar mão de uma ação muito importante no desenvolvimento de sua aula: a pergunta. Nessa situação, o professor questiona os alunos usando da pergunta,

como forma de ensinar reflexões, estimulando-os “nas produções dos modelos que representam as soluções almejadas”.

Desse modo, e considerando os processos pedagógicos no ensino de física, este trabalho propõe utilizar um aplicativo para dispositivos móveis para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem em Física no ensino de óptica em uma turma de ensino médio. Como ferramenta a ser utilizada, foi desenvolvido um produto educacional que é um aplicativo para o sistema operacional *android* para ensino de Física.

Com o objetivo voltado a proporcionar uma facilitação no processo de ensino e aprendizagem dos alunos do ensino médio em Física no conteúdo de refração e lentes, utilizando um aplicativo e textos base como ferramentas mediadoras, utilizando a metodologia de ensino FEDATHI, visou-se aplicar a metodologia de ensino FEDATHI no ensino de Física, com o conteúdo de refração e lentes em ótica.

Além disso, faz-se necessário analisar o impacto da aplicação da metodologia FEDATHI na aprendizagem, identificando aspectos positivos no processo de ensino de física, utilizando a metodologia de ensino FEDATHI aliada a uma sequência de ensino como fundamentação teórica e metodológica. Por fim, foi desenvolvido um aplicativo para dispositivos móveis, como produto educacional para intermediar esse processo de ensino e aprendizagem.

Quando se fala em ótica, sobretudo em refração da luz, pode-se dizer que esse conceito é, no mínimo, instigante. Desse modo, é preciso considerar o que Hewitt (2015) diz sobre a refração: “A luz se propaga em diferentes materiais com diferentes valores de rapidez média”. Assim, é possível inferir que o raio de luz ao se transmitir de um meio a outro, há uma variação na sua velocidade de propagação, onde é possível observar um leve desvio de caminho, dependendo de que materiais há essa transmissão.

Historicamente, de acordo com Ortega e Moura (2020) o estudo de óptica, e consequentemente o de refração de luz, ganhou grande relevância durante o Séc. XVII, com estudos de Erasmus Bartholinus sobre a dupla refração da luz. Descartes entendia a luz como uma espécie de pressão que era transmitida ao longo da matéria. Já Newton, contestou essa afirmação de Descartes e propôs conceitos especulativos utilizando as cores e a decomposição da luz branca. Em Tratado Sobre a Luz, Huygens considerou a luz com uma concepção vibracional.

Ou seja, ao longo da história a refração da luz é debatida em seus conceitos e essa abordagem no ensino de Física por parte do professor deve ser levada em consideração, de modo que haja um entendimento por parte do estudante dos conceitos físicos relacionados à refração e as suas devidas consequências.

Assim, o aplicativo *Lablent* surge como uma ferramenta que consiste em fazer com que o estudante observe os fenômenos relacionados, de acordo com as características propostas para executar algumas tarefas. Desse modo, os conceitos de Refração da Luz e Lentes de Gauss poderão ser visualizados no aplicativo que será utilizado como ferramenta mediadora no ensino de Física como um apoio tecnológico digital, utilizando uma sequência de ensino e buscando a melhoria do processo de ensino e aprendizagem.

Foi utilizada nesta proposta a sequência FEDATHI como metodologia de ensino nesse processo, considerando que houve a apresentação inicial da plataforma com o experimento virtual (tomada de posição), discussão do experimento apresentado em conjunto (maturação), observação dos efeitos e fenômenos apresentados durante o desenvolvimento do experimento (solução) e apresentação do modelo físico descrito no experimento virtual apresentado (prova), após toda a discussão. Por ser um experimento virtual, interativo e de fácil usabilidade, podem ser realizadas experimentações extras como contra-prova, a fim de fixar os fenômenos observados e relacionar os conceitos físicos ao modelo.

Assim, a dissertação terá uma estrutura que será apresentada da seguinte forma.

No capítulo 2, são elucidados os principais conceitos históricos e teóricos da Óptica, Refração da Luz e Lentes, tendo como fundamentação os livros: História da Física - Anne Rooney; Física Conceitual - Paul G. Hewitt; Curso de Física Básica 4 – H. Moysés Nussenzveing; Princípios de Física Volume 4: Óptica e Física Moderna - Raymond A. Serway e John W. Jewett Jr.; e Fundamentos de Física 4 - David Halliday, Robert Resnick e Jearl Walker.

No capítulo 3, introduz-se os conceitos da Sequência FEDATHI e fez-se uma discussão acerca dessa sequência enquanto metodologia de ensino. Apresenta-se o aporte teórico acerca do referencial, bem como considerações importantes da teoria e sua contribuição para a sala de aula.

Apresenta-se, também, os conceitos de tecnologias e mídias digitais, com o uso dessas tecnologias no ensino de física e as contribuições acerca do uso de

aplicativos como no processo de ensino e aprendizagem. São feitas as correlações dos elementos digitais com a metodologia de ensino, buscando situar a sua utilização de forma adequada com o favorecimento do processo de aprendizagem.

No capítulo 4, apresenta-se o tipo de investigação, público alvo, ferramentas metodológicas, estrutura da proposta da sequência de ensino e suas etapas de aplicação. Por fim, descreve-se o produto educacional e o material instrucional, como instrumentos de apoio ao professor, necessário junto a esta dissertação.

No capítulo 5, é feito um relato detalhado da intervenção pedagógica e apresentando-se uma análise do que foi verificado ao longo do seu desenvolvimento, evidenciando as descobertas e as situações que se apresentaram ao longo da aplicação da sequência.

No capítulo 6, discute-se sobre a aplicação da pesquisa, os resultados e a forma metodológica utilizada, trazendo à luz os objetivos iniciais e como eles foram determinantes para o desenvolvimento da sequência, buscando, assim, relacionar a teoria com a prática e proporcionar uma visão geral acerca da análise do processo de ensino aliado à aprendizagem do estudante.

Seguem também, nos apêndices e anexos, o produto educacional desenvolvido nesse projeto e o texto-base que foi utilizado como apoio durante a intervenção pedagógica realizada.

Todo esse trabalho tem a pretensão de apresentar uma proposta metodológica, utilizando uma ferramenta tecnológica aliada a uma sequência de ensino, de modo a proporcionar a aprendizagem aos estudantes do ensino médio do conteúdo de refração e lentes.

2 TÓPICOS DE FÍSICA

Neste capítulo, apresenta-se uma revisão do conteúdo de óptica que foi trabalhado na intervenção pedagógica realizada durante o estudo. A escolha deste conteúdo se justifica pelo fato de ser possível visualizar através de imagens e representações digitais o comportamento dos raios luminosos, que faz parte do arcabouço metodológico da pesquisa desenvolvida. O capítulo foi dividido em quatro seções de modo a ampliar os conceitos e definições de uma forma sequencial, seguindo uma progressão de complexidade acerca do assunto.

Como o conteúdo proposto é trabalhado no ensino médio, a apresentação deste capítulo foi dirigida para o docente, para que sejam discutidos temas importantes, teorizando e referenciando toda a fundamentação para a aplicação didática e metodológica na sequência trabalhada.

2.1 Óptica

O estudo de óptica por vezes é relacionado às descobertas de Isaac Newton sobre a natureza da luz ou da construção do telescópio de Galileu Galilei utilizando lentes. Até meados do século XVII, nos períodos de René Descartes e Christiaan Huygens o estudo sobre a luz era significativamente diferente da atual. Observando um pouco mais a fundo a história, consegue-se encontrar registros de ideias sobre a natureza da luz pela primeira vez entre os séculos V e VI, na Índia.

De acordo com Rooney (2013), a escola de Samkhya considerava a luz como “um dos cinco elementos ‘sutis’ fundamentais dos quais os elementos ‘brutos’ são formados”. Já a escola de Vaisheshika considerava uma visão de mundo de forma atomista, sustentando que “a luz era formada por um feixe de átomos de fogo em movimento” (ROONEY, 2013, p. 46).

Na história, é possível, inclusive, observar relatos de Pitágoras, Platão e Empédocles, tentando descrever o que seria a luz e como seria seu comportamento junto à visão. Até mesmo o pensador grego Euclides, tratou dos estudos de óptica geométrica na perspectiva de modelos matemáticos. Mas foi Ptolomeu que fez uma descoberta interessante. “Ao entrar em um meio mais denso (como ao ir do ar para a água), a luz inclina-se em uma direção perpendicular à superfície da água” (ROONEY, 2013, p. 47). Desse modo, Ptolomeu sugeria que a luz desacelerava ao

entrar em um meio mais denso, no que hoje é conhecido como o fenômeno da refração da luz.

Mas foi apenas após a Renascença que os trabalhos em óptica e luz ganharam uma nova proporção. O astrônomo e matemático alemão Johannes Kepler utilizou a geometria para determinar e explicar a trajetória da luz de ponto a ponto. Com isso, “deduziu que o olho humano funcionava refratando raios de luz que entram pela pupila e os focalizam na retina” (ROONEY, 2013, p. 52). Utilizou esse princípio para explicar o funcionamento dos óculos e, com o uso maior dos telescópios, também explicou seu funcionamento.

Uma lente é um instrumento óptico básico que se utiliza do conceito de refração para mudar a trajetória da luz. Podem ser utilizadas em lupas para aumentar a imagem dos objetos, para fazer fogo, focando os raios de luz provenientes do sol e para corrigir defeitos de visão. Podem ser utilizadas também em equipamentos eletrônicos, tais como microscópio e telescópio e até mesmo em binóculos e câmeras fotográficas.

De fato, a refração da luz e o uso de lentes tem uma série de aplicações e seus conceitos podem muito bem ser trabalhados, utilizando a história da física e metodologias com apoio de tecnologias, para proporcionar uma melhor aprendizagem durante o processo de ensino de óptica.

2.2 A propagação da Luz

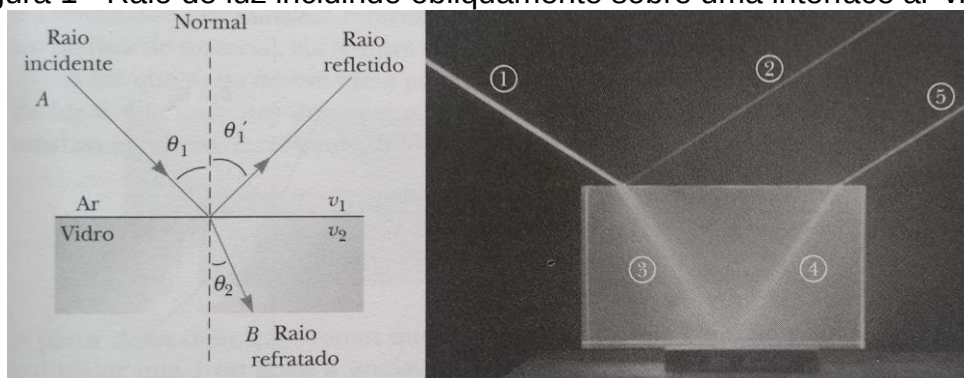
O ramo da Óptica que trata da descrição do movimento da luz é a Óptica Geométrica. De acordo com a definição, a luz pode ser descrita como uma simplificação de modelo de raio. Nessa simplificação, a luz se propaga, em um meio homogêneo, sobre uma linha reta traçada ao longo de uma direção de propagação, enquanto se desloca no espaço. Desse modo, essa propagação “é particularmente reconhecível quando a fonte de luz é de dimensões desprezíveis em confronto com as demais que entram na observação” (NUSSENZVEIG, 2014, p. 13).

Essa simplificação, também conhecida como aproximação retilínea, é bastante razoável dentro dos estudos de óptica geométrica, mais particularmente relacionado ao estudo de refração e lentes. Desse modo, todo o tratamento utilizado na óptica geométrica é relacionado à propagação retilínea da luz, o que já não parece intuitivo quando se estuda a teoria ondulatória.

2.3 Refração da Luz

Quando um raio de luz se propaga através de um meio homogêneo e transparente e atinge obliquamente uma superfície (ou interface) atravessando-a para outro meio igualmente homogêneo, porém distinto do primeiro, observa-se que parte do raio é refletida e parte do raio sofre um desvio em relação à direção da trajetória inicial.

Figura 1 - Raio de luz incidindo obliquamente sobre uma interface ar-vidro.



Fonte: Serway, 2007.

Na Figura 1, o raio incide sobre uma interface ar-vidro sob um ângulo θ_1 , refletindo uma parte sob o ângulo θ'_1 e refratando outra parte em θ_2 . Nessa situação, o raio A sofre reflexão e refração e o raio B é o raio refratado. Nota-se que o raio incidente, o raio refletido e o raio refratado pertencem ao mesmo plano. Os ângulos θ_1 e θ_2 são, respectivamente, os ângulos de incidência e de refração. Portanto, pela relação descrita na Equação 1.

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow n_{12} = \frac{v_2}{v_1} \quad (1)$$

Na relação acima, n_{12} é o índice de refração do meio 2 em relação ao meio 1. Essa relação é a razão entre a velocidade de propagação da luz no meio 2 e a velocidade de propagação da luz no meio 1, onde, no exemplo ilustrado na figura 1, o meio 1 é o ar e o meio 2 é o vidro.

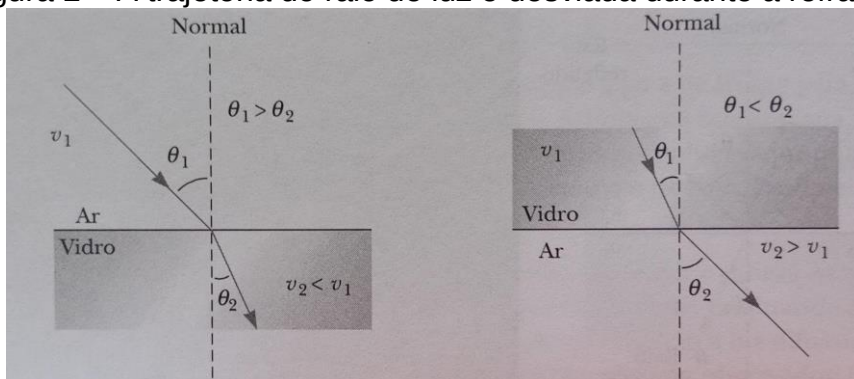
Essa relação é a representação matemática da refração da luz e foi descoberta experimentalmente pelo astrônomo e matemático holandês Willebrord Snell. Em 1637, essa relação foi deduzida a partir da teoria corpuscular da luz por

René Descartes. Por isso, essa relação é conhecida como Lei de Snell - Descartes. Essa lei também pode ser descrita da forma:

$$n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2 \quad (2)$$

A forma acima é usualmente conhecida como lei da refração e n_1 e n_2 são, respectivamente, os índices de refração dos meios 1 e 2. Quando a luz se propaga de um meio homogêneo no qual sua velocidade é elevada e atravessa uma superfície de separação, incidindo em outro meio homogêneo com velocidade mais baixa, a lei de Snell - Descartes nos mostra que o ângulo de refração θ_2 é menor do que o ângulo de incidência. Assim, o raio refratado se aproxima da reta perpendicular à superfície de separação, denominada normal. Ao contrário, se a luz se propaga de um meio com menor velocidade para um meio com maior velocidade, o ângulo de refração é maior que o ângulo de incidência, fazendo com que o raio refratado se afaste da reta normal.

Figura 2 – A trajetória do raio de luz é desviada durante a refração



Fonte: Serway, 2007.

A luz que passa de um meio para o outro tem a sua trajetória desviada devido à refração. Isso só ocorre porque a velocidade média de propagação da luz nos dois meios é diferente. Mas quando é utilizado como referencial o vácuo como meio, o índice de refração n será dado pela razão:

$$n = \frac{c}{v} \quad (3)$$

Nessa relação, c é a velocidade da luz no vácuo e v é a velocidade da luz no meio em que a luz está incidindo. A Tabela 01 a seguir mostra o índice de refração da luz para alguns meios materiais.

Tabela 1 - Índice de Refração

Índice de Refração para Várias Substâncias relativo à Luz no Vácuo ($n = 1,0$)			
Substância	Índice de Refração	Substância	Índice de Refração
Sólidos a 20°C		Líquidos a 20°C	
Gelo (H_2O)	1,309	Água	1,333
Fluorita (CaF_2)	1,434	Álcool etílico	1,361
Quartzo fundido (SiO_2)	1,458	Tetracloroeto de carbono	1,461
Poliestireno	1,49	Glicerina	1,473
Vidro <i>crown</i>	1,52	Benzeno	1,501
Cloreto de sódio ($NaCl$)	1,544	Dissulfeto de carbono	1,628
Vidro <i>flint</i> (cristal)	1,66	Xarope de milho	2,21
Zirconita	1,923	Gases a 0°C, 1 atm	
Zircônia cúbica	2,21	Ar	1,000293
Diamante (C)	2,419	Dióxido de Carbono	1,0045

Fonte: Serway, 2007 – adaptado.

Há de se considerar, contudo, que a frequência da onda não se altera durante a refração. Desse modo, é possível inferir que a característica relacionada à frequência da luz não se altera. A característica da luz relacionada à frequência é a cor. Assim, durante a refração, a cor da luz permanece a mesma.

2.4 Superfícies refratoras

Como foi tratada na seção anterior, a refração consiste em um fenômeno ondulatório onde uma frente de onda sofre desvio no seu trajeto ao atravessar uma

interface entre dois meios distintos, no qual cada um possui índices de refração diferentes.

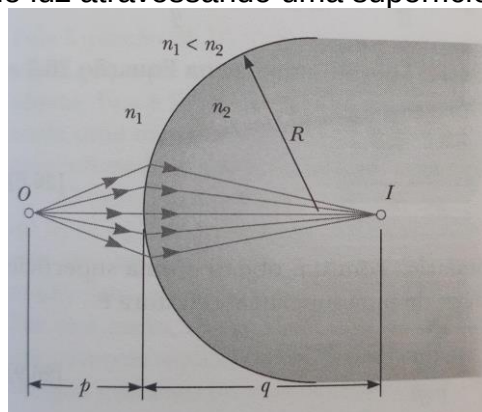
Assim, essa interface entre os dois meios é denominada de superfície refratora, pois é quando o raio de luz atravessa essa superfície que ele sofre refração. Essas superfícies podem ser classificadas de acordo com o seu formato, podendo ser uma superfície refratora plana ou esférica.

As superfícies refratoras esféricas são aquelas que possuem raio de curvatura R e centro de curvatura C . Já as superfícies refratoras planas são aquelas em que as normais a cada ponto da sua superfície são paralelas entre si e o raio de curvatura R tende ao infinito. Ambas as superfícies possuem aplicações tecnológicas importantes, mas as superfícies esféricas são mais utilizadas.

2.4.1 Superfícies refratoras esféricas

Considere a figura 3 a seguir como dois meios transparentes de índices de refração n_1 e n_2 , onde a interface entre esses meios é uma superfície esférica de raio R . O ponto O é a fonte de luz, puntiforme, emitida do meio 1, incidindo na interface entre este e o meio 2.

Figura 3 - Raios de luz atravessando uma superfície refratora esférica.



Fonte: Serway, 2007.

Na Figura 03, os raios refratados convergem para um único ponto I , denominado ponto imagem. As medidas p e q são, respectivamente, as distâncias de O e de I até a superfície.

De acordo com a lei de Snell - Descartes

$$n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2 \quad (4)$$

E nessa situação, pode-se usar a aproximação $\sin \theta \approx \theta$ (medido em radianos). Assim, a lei de Snell - Descartes pode ser escrita da forma:

$$n_1 \theta_1 = n_2 \theta_2 \quad (5)$$

Quando se faz a análise geométrica da figura 3 em relação a um dos raios e utilizam-se as devidas aproximações, obtém-se a equação da superfície refratora esférica:

$$\frac{n_1}{p} + \frac{n_2}{q} = \frac{n_2 - n_1}{R} \quad (6)$$

A equação acima nos traz as informações necessárias entre objeto e imagem em uma superfície refratora esférica. E a ampliação dessa imagem nessa superfície também é dada através de uma relação simples entre todos esses valores apresentados na figura 3, de modo que a ampliação M é dada por:

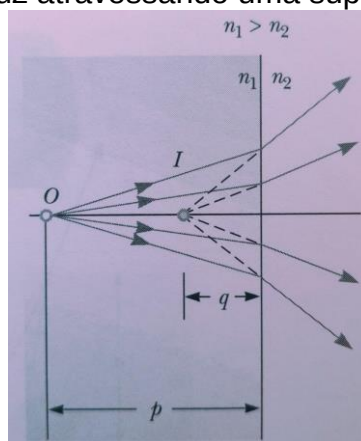
$$M = -\frac{n_1 q}{n_2 p} \quad (7)$$

Analisando-se p , q e R , pode-se dizer que se p for positivo, o objeto é real, ou seja, ele está posicionado na frente da superfície. Se p for negativo, o objeto é virtual, posicionado atrás da superfície. Quando q é positivo, a imagem estará posicionada atrás da superfície e se q for negativo, a imagem será formada na frente da mesma. Se R é positivo, diz-se que a superfície é convexa e o centro de curvatura está atrás da superfície. No entanto, se R é negativo, a superfície é côncava, com o centro de curvatura posicionado na frente da superfície.

2.4.2 Superfícies refratoras planas

Conforme foi discutido na seção 2.4, a superfície refratora plana possui R tendendo ao infinito.

Figura 4 - Raios de luz atravessando uma superfície refratora plana.



Fonte: Serway, 2007.

Desse modo, a equação da superfície refratora se reduz a

$$\frac{n_1}{p} = -\frac{n_2}{q} \quad (8)$$

Ou

$$q = -\frac{n_2}{n_1}p \quad (9)$$

Assim, conforme a figura 4, a imagem formada pela superfície refratora plana I estará no mesmo lado do objeto O. Uma discussão interessante trazida por Serway (2007) é a explicação do fenômeno de um objeto dentro da água apresentar uma imagem mais próxima da superfície do que ele realmente está. O espelho d'água funciona como uma superfície refratora plana, onde os volumes da água sempre parecem mais rasos do que eles na verdade são.

2.5 Lentes delgadas

Uma das definições mais práticas e objetivas encontra-se em Halliday (2018). “Uma lente é um objeto transparente, limitado por duas superfícies refratoras com um eixo central comum” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2018, p. 54). As superfícies refratoras delimitam o material do qual ele é feito, de índice de refração n_2 . As superfícies possuem raios de curvatura R_1 e R_2 . São denominadas lentes delgadas por possuírem espessura máxima muito pequena em comparação com as demais medidas envolvidas (p , q , R_1 e R_2 , por exemplo).

Outra característica importante para uma lente é a distância focal. Essa distância focal f é a distância entre o ponto de foco de uma imagem e o centro da lente e está relacionada a p e q de acordo com a equação

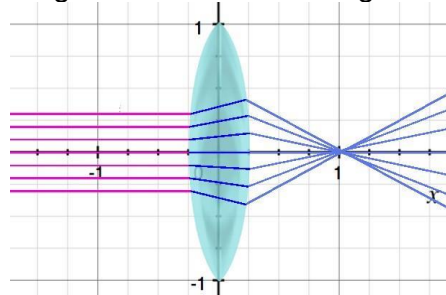
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q} \quad (10)$$

Para uma lente delgada de índice de refração n imersa no ar, a distância focal f é dada pela equação do fabricante de lentes

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad (11)$$

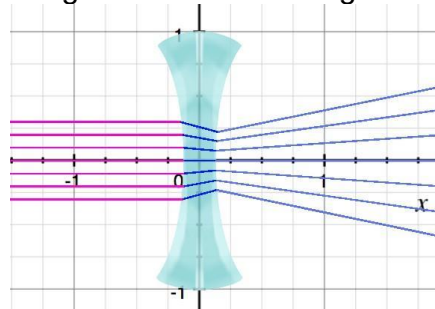
As lentes delgadas podem ser classificadas de acordo com o seu ponto de foco. Uma lente que faz com que os raios de luz que incidem sobre a superfície R_1 paralelamente ao eixo central e se aproximem desse eixo após atravessarem a superfície R_2 , são chamadas de lentes convergentes (Figura 5). Já as lentes divergentes (Figura 6), fazem com que os raios de luz refratados pela superfície R_2 se afastem do eixo central.

Figura 5 - Lente convergente



Fonte: Imagem do aplicativo *Lablent*

Figura 6 - Lente divergente



Fonte: Imagem do aplicativo *Lablent*

As Figuras 5 e 6 mostram dois tipos de lentes, dentre as mais variadas. Esses tipos de lentes são nomeados de acordo com o formato das suas superfícies refratoras. As que possuem o eixo central mais espesso do que as extremidades são convergentes, a exemplo da figura 5 (lente biconvexa - possui esse nome, pois as superfícies refratoras são convexas). O caso inverso, onde as extremidades são mais espessas do que o eixo central são divergentes, como na figura 6 (lente bicôncava - possui esse nome, pois as superfícies refratoras são côncavas).

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No presente capítulo, apresenta-se uma discussão acerca dos elementos da Sequência de Ensino FEDATHI, baseada nas metodologias ativas de aprendizagem, que servem de fundamentação teórica para nossa proposta de trabalho e análise das observações da intervenção pedagógica. É dividido em quatro seções, conforme a seguir.

A primeira seção apresenta uma discussão sobre as metodologias ativas de aprendizagem e como elas podem auxiliar o professor e influenciar no processo de ensino, buscando resultados na aprendizagem. Na seção seguinte, é feita a fundamentação teórica e metodológica acerca da Sequência FEDATHI. É apresentada a sequência criada por Borges Neto e como é a sua atuação, acerca do desenvolvimento durante a aula. Em seguida, foi trazida à luz uma discussão sobre a aplicação da sequência FEDATHI no ensino de Física, apresentando-se uma primeira experiência acerca dessa metodologia aplicada ao ensino de Física. Encerrando o capítulo, apresentou-se o ensino do conteúdo de refração e lentes no ensino médio, sob uma perspectiva metodológica, com conceitos a serem trabalhados pelo professor junto aos estudantes.

3.1 Metodologias Ativas de Aprendizagem

As salas de aula no século XIX eram espaços em que o professor assumia um lugar imperativo e os estudantes, mero ouvintes do que se tinha a ser ensinado. Os estudantes dispunham-se voltados ao professor para que pudessem observá-lo, tomar notas e ouvi-lo.

Entretanto, com o advento das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação – TDIC, os alunos tiveram maiores facilidades em buscar respostas a conteúdos dos mais diversos. Para Cortelazzo *et al.* (2018, pág. 93), as TDICs possibilitaram que houvesse uma abordagem mais centrada no aluno e o uso mais intensivo de metodologias ativas de aprendizagem. A mudança física e estrutural das salas de aula com equipamentos multimídia, inclusive, trouxe uma série de melhorias de condições para esses espaços.

De fato, o uso de TDIC em sala de aula propicia um trabalho baseado na investigação e experimentação, considerando que permite ao estudante vivenciar as

experiências propostas, interferindo na sua aprendizagem, fomentando e construindo o próprio conhecimento. De acordo com Aguiar (2008, p. 63-64),

o aluno participa dinamicamente da ação educativa através da interação com as TDIC para organizar a própria experiência. E nesse sentido, a participação do professor como facilitador do processo ensino-aprendizagem é relevante para permitir que o aluno desenvolva habilidades e seja capaz de realizar a atribuição de significados importantes para sua articulação dentro do processo ensino-aprendizagem.

Desse modo, o uso de aplicativos para dispositivos móveis podem auxiliar os estudantes no vislumbre do que se quer ensinar, desafiando-os a pensar sobre o que está sendo feito e visualizado na experiência apresentada, articulando o que se sabe com o que se pretende conhecer, propondo ideias que cheguem a um resultado e consolidando, a partir do que foi vivenciado, o novo conhecimento, sob a mediação do professor, no processo de ensino e aprendizagem.

Ainda nessa perspectiva, a sala de aula pode ser considerada um espaço de discussão, promotora do encontro e do diálogo entre professores e estudantes, com possibilidades de interações pedagógicas e metodológicas que tenham como resultado o efetivo aprendizado. As estruturas físicas da sala de aula podem ser adequadas de modo que proporcionem essa interação de forma autônoma.

Contudo, é importante ressaltar que muitas escolas, predominantemente as públicas, ainda carecem de estruturas adequadas para se proporcionar o ensino e a aprendizagem de forma mais satisfatória. A falta de equipamentos e de infraestrutura nas escolas podem trazer empecilhos para um ensino de qualidade. Todavia, é necessário romper com essas barreiras, de modo que os professores sejam incentivados a diversificar seu roteiro metodológico para o desenvolvimento dos conteúdos e as limitações físicas da sala de aula não deve ser fator preponderante para a não aplicação de algum método ou prática pedagógica diferenciada.

Cortelazzo *et al.* (2018, p. 29) conclui que “vários avanços pedagógicos foram ocorrendo ao longo do tempo, especialmente a partir das últimas décadas do século XX”. Segundo os autores, novos métodos de ensino foram se desenvolvendo nos últimos anos, alguns deles em que o aluno passa a ser agente ativo de sua aprendizagem, de modo que os espaços das salas de aula passam a desempenhar um novo papel e ter uma nova importância pedagógica.

Observa-se no Quadro a seguir um conjunto de posturas de professores e estudantes em um ambiente ativo de aprendizado, segundo Prensky (2010):

Quadro 1 – Papéis de professores e alunos em ambiente ativo de aprendizagem

Professor	Estudante
Não fala, pergunta.	Não toma notas, procura, acha.
Sugere tópicos e instrumentos.	Pesquisa e encontra soluções.
Aprende tecnologia com os estudantes.	Aprende sobre qualidade e rigor com o professor.
Avalia as soluções e respostas dos estudantes, examinando a qualidade e rigor. Contextualização.	Refina e melhora as respostas, adicionando rigor, contexto e qualidade.

Fonte: Cortelazzo *et al.*, 2018 – adaptado.

O Quadro 1 traz concepções dos papéis do professor e dos estudantes, de acordo com Prensky (2010), com relação a um ambiente ativo de aprendizagem. De fato, é possível perceber que na metodologia ativa, os estudantes se tornam protagonistas da sua aprendizagem, buscando o conteúdo a ser estudado, com as devidas orientações e sugestões do professor, de modo a encontrar soluções para as questões-problema, o que não se percebe na metodologia tradicional.

Considerando essa premissa da metodologia ativa de aprendizagem e o método tradicional, Cortelazzo *et al.* (2018, p. 96) traça a diferença dos papéis do professor que assume o estereótipo tradicional (professor autor) e aquele que proporciona o protagonismo do estudante em relação à sua aprendizagem (professor tutor). Enquanto aquele produz e organiza o conhecimento que será transmitido ao estudante, este presta atenção ao desenvolvimento do estudante, fazendo com que ele seja sujeito ativo da própria aprendizagem.

Segundo Aguiar (2008), a utilização das TDIC permite estimular um processo de mudança de postura tanto do professor quanto do estudante. E quando se alia o uso de tecnologias a uma metodologia ativa de aprendizagem, por meio de uma sequência de ensino que dê um suporte a essas novas posturas, é possível ter uma melhoria significativa nesse processo, por favorecer a autonomia do estudante, tornando-o responsável pela construção do seu conhecimento.

E no ensino de Física, isso não pode ser diferente. Por se tratar de uma ciência que possui um caráter altamente investigativo e se preocupar com o entendimento de fenômenos cotidianos, a Física é uma forte candidata a receber métodos de ensino que utilizem as ferramentas da TDIC. E nesse sentido, essa metodologia, aliada ao planejamento de uma sequência que proporcione uma postura ativa do estudante, deve ser utilizada pelo professor de Física em sala de aula.

Assim, o professor, para conseguir uma aprendizagem mais ativa do estudante, deve estar aberto a essa mudança de postura. Proporcionar aos alunos essa busca por aprender, utilizando uma metodologia ativa, diferenciada, deve ser a postura do professor frente a esse desafio.

3.2 A Sequência FEDATHI

De acordo com Mazur (2015, p. 9), um dos problemas do ensino tradicional é a forma como o conteúdo é apresentado. Geralmente, as aulas são resumos retirados diretamente dos livros ou notas de aula do professor, cuja apresentação tradicional do conteúdo consiste quase sempre em uma mera exposição diante dos estudantes, passivos em relação a essa configuração.

O ensino de Física, por vezes, traz inúmeros desafios nesse sentido: quer seja devido ao estigma da disciplina no ensino médio, ora tratada fundamentalmente como uma disciplina de cálculo, ora tratada de uma forma desmotivadora e desencorajadora para a aprendizagem por parte do próprio estudante. Desse modo, o professor deve instigar no estudante o interesse pela disciplina de Física, fazendo com que ele se torne sujeito ativo da sua própria aprendizagem.

Nesse sentido, a sequência de ensino FEDATHI é capaz de propor ao professor a adoção de uma postura menos atrelada a repassar o conteúdo e mais preocupada em ser um mediador do processo de ensino aprendizagem, em que o aluno seja capaz de descobrir como chegar ao conhecimento que se deseja ensinar.

Na sequência FEDATHI, o objeto de estudo é a atuação do professor, enquanto mediador que tem o papel de, conforme a sua postura de atuação, proporcionar o ensino e aprendizagem de seus alunos de certo conteúdo. Assim, de acordo com Borges Neto (2018, p.11) “a proposta FEDATHI integra estratégias que

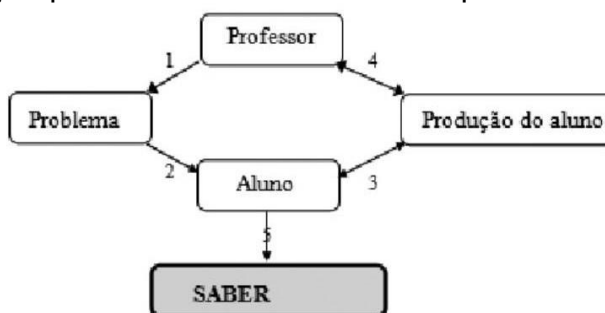
permitem o exercício de situações didáticas diversificadas promovendo o envolvimento de professores e alunos”.

A sequência FEDATHI foi proposta em 1996 por Borges Neto (2013) para o estudo e pesquisa no ensino de matemática, a qual é composta por quatro etapas de realização sequenciais e interdependentes, assim denominadas: 1) Tomada de Posição: Momento no qual o professor expõe o problema para o estudante, partindo de um cenário particular com o objetivo de propor um modelo genérico ao final; 2) Maturação: Período de discussão entre o professor e os alunos, onde os discentes buscam identificar a direção pertinente para a solução da situação proposta na etapa anterior; 3) Solução: Fase na qual os estudantes organizam suas produções e apresentam modelos para a solução do problema proposto; e 4) Prova: momento onde o professor após discussões sobre as soluções apresentadas, expõe o modelo científico a ser aprendido pelo aluno, que o levará a solução do problema, sempre mantendo relação com as formulações desenvolvidas pelos discentes.

Em certo momento, a sequência didática poderá até parecer contraditória porque, em essência, ela pretende conciliar a liberdade no desenvolvimento de atividades por parte dos alunos, bem como permitir ao professor intervir em certos momentos com exemplos e/ou contra-exemplos acerca do conteúdo, de modo que os objetivos de uma atividade didática proposta não se percam. Contudo, mesmo que o professor tenha um objetivo específico, não se pode menosprezar a ideia de que ao aluno cabe construir seus conhecimentos frente ao saber que se pretende ensinar.

Na Figura 7, pode-se ver claramente uma relação entre o professor, o aluno e o saber para produção do conhecimento usando a proposta FEDATHI.

Figura 7 – Relação professor-aluno-saber na sequência FEDATHI



Fonte: Borges Neto *et al.*, 2001.

Para Souza (2013), o ensino deve ser iniciado pelo professor, que deve apresentar uma questão-problema relacionada ao conhecimento que se pretende ser aprendido pelo aluno. Após a apresentação, o professor irá proporcionar aos alunos o momento de busca de respostas para a questão-problema. A seguir, os alunos irão apresentar uma possível solução ao professor que deverá ser analisada junto aos demais alunos. Por fim, após o debate acerca das possibilidades encontradas pelos alunos, o professor poderá aprofundar esse momento, de modo a encontrar a solução final para aquela questão-problema.

Seguindo esse raciocínio, a sequência lógica da proposta segue um roteiro, de modo que as fases da Sequência FEDATHI podem ser sintetizadas da seguinte forma:

Tomada de Posição: É o momento da apresentação da situação/questão-problema. A aplicação da Sequência FEDATHI se dá pela apresentação de um problema para um aluno ou um grupo de alunos, de modo que seja possível relacionar a situação proposta com aquilo que se pretende ensinar.

É de suma importância que, para que o trabalho tenha o efeito esperado, o professor trace um diagnóstico preliminar da turma, a fim de saber se os alunos possuem o conhecimento prévio necessário e se esse conhecimento prévio é capaz de auxiliá-los no desenvolvimento da atividade.

Neste momento também, são estabelecidas as regras implícitas e explícitas entre professor e alunos para que sejam estruturadas as posturas e comportamento entre os agentes do processo. Para nortear o trabalho dos alunos, o professor deverá estabelecer regras na etapa da Tomada de Posição (SOUZA, 2010). Essas regras devem favorecer a realização de um trabalho interativo entre alunos e professor, de forma que estes sujeitos se integrem ao grupo com o intuito de estabelecer uma interação multilateral.

Vale ressaltar que a postura que o professor admite durante a fase de tomada de posição na sequência FEDATHI é fundamental para o êxito nas demais fases. Para isso, segundo Souza (2013), o professor deve adotar uma linguagem acessível sem, contudo, deixar de lado as especificidades do conteúdo que está sendo trabalhado.

O professor tem o dever de proporcionar um ambiente agradável, conquistando, orientando e preparando os alunos para alcançar os objetivos de ensino. E nesse sentido, o planejamento de toda a ação docente em sala de aula

deve prever e garantir que esse processo ocorra da melhor forma, a fim de garantir a participação de toda a turma nesse processo.

O objetivo da tomada de posição permite, portanto, aproximar os elementos necessários da imersão cultural do aluno na estrutura de saber que se pretende ensinar, tal processo é essencial ao desenvolvimento da segunda fase.

Maturação: Nesse estágio, o estudante deve compreender e identificar as variáveis envolvidas no problema apresentadas na fase anterior e a partir desta identificação, gradativamente, cabe ao aluno trabalhar mais sobre o problema em questão, enquanto o professor aos poucos se afasta para que o aluno possa pensar sobre o problema proposto.

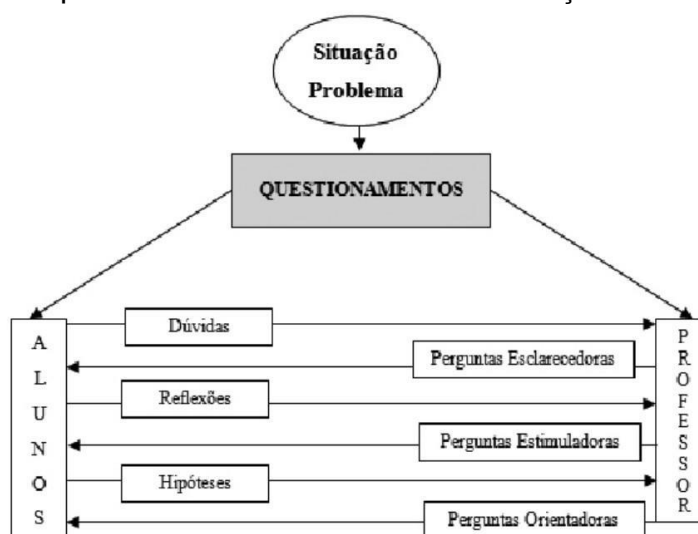
É nesse momento que os alunos deverão identificar os dados contidos no problema, assim como a sua relação com o que está sendo por ele solicitado (SOUZA, 2010). Isso não significa que o professor está livre, mas deverá assumir a postura de observar como os alunos desenvolvem suas atividades.

No que tange aos questionamentos dos alunos, as dúvidas, por exemplo, geralmente surgem quando estes se deparam com o problema, provavelmente em suas primeiras indagações, pois a partir dali os estudantes poderão trilhar caminhos em busca da solução desejada. As reflexões, segundo Souza (2010), surgem quando os alunos já elaboraram algum tipo de solução e, como consequências, buscam validar suas hipóteses junto ao professor.

Compete ao professor, elucidar esses questionamentos com diferentes posições. Uma dessas posições é o uso de perguntas esclarecedoras e/ou orientadoras. A principal função dessas perguntas é estimular os estudantes e possibilitar um feedback. Nesse quesito o professor deve perceber como os alunos entenderam sobre o desafio proposto. E, portanto resta ao professor, aguardar o tempo necessário para que os alunos possam compreender e reformular seu aprendizado, fazendo relação com a situação atual (Souza, 2010).

A Figura 8 sintetiza alguns tipos de questionamentos que podem surgir durante a fase de maturação.

Figura 8 – Tipos de questionamentos na fase de maturação da sequência FEDATHI



Fonte: Borges Neto *et al.*, 2001.

Observa-se na figura o sentido das perguntas, na maioria das vezes por parte dos alunos ao professor, no qual este devolve com os tipos de questionamentos listados: perguntas esclarecedoras, perguntas estimuladoras ou perguntas orientadoras.

É fundamental que na fase de maturação o professor não caia na tentação de responder diretamente às perguntas dos estudantes, fazendo com que os mesmos possam pensar mais em busca da solução do problema em questão. Esse é o principal trunfo da sequência FEDATHI: o professor como mediador da aprendizagem.

Tanto para que se desenvolva seu raciocínio quanto para uma boa aprendizagem final, o trabalho do aluno na fase de maturação é essencial. Sem ele, o estudante apreenderá as informações de forma temporária e passageira (SOUZA, 2010). De fato, a maturação do problema requer um tempo significativo da aula para o trabalho dos alunos. E por isso, o planejamento do professor mais uma vez é fundamental para que o tempo da aula e da maturação estejam corretamente dimensionados.

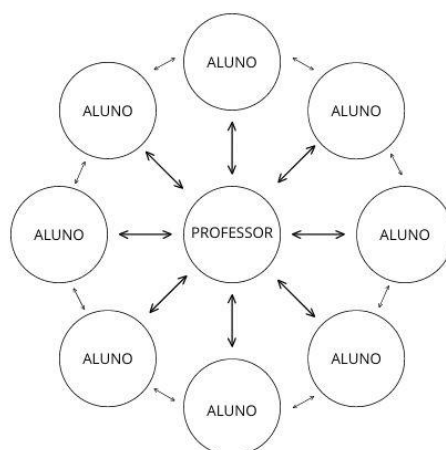
Solução: É o momento da representação e organização de esquemas, visando à solução do problema. Nessa fase da sequência os alunos representarão e organizarão seus esquemas e modelos que possam chegar à solução do problema. Estes esquemas podem assumir diversas formas, sejam elas escritas ou verbais, sejam ilustradas ou demonstradas.

Nesse momento, os grupos de alunos apresentam as suas hipóteses e discutem entre si e com o professor que, como mediador, faz o uso dos contra-exemplos e das exposições de diferentes pontos de vista dos alunos para que a solução possa ser encontrada.

O papel do professor durante a fase da solução é assumir a postura de mediador, a fim de apontar a melhor estratégia daquelas apresentadas. Mas junto ao aluno e sua autonomia, frente ao exposto e consequentemente desenvolvido individualmente ou pelo grupo.

Nesse momento, a interação entre professor e aluno difere um pouco daquela desenvolvida na Tomada de Posição (interação bilateral), pois as discussões e os debates a respeito da solução devem ocorrer numa interação multilateral.

Figura 9 - Interação entre professor e alunos durante o debate na fase de solução da sequência FEDATHI



Fonte: Própria autoria (2022) – Adaptação de Bordanave, 1993.

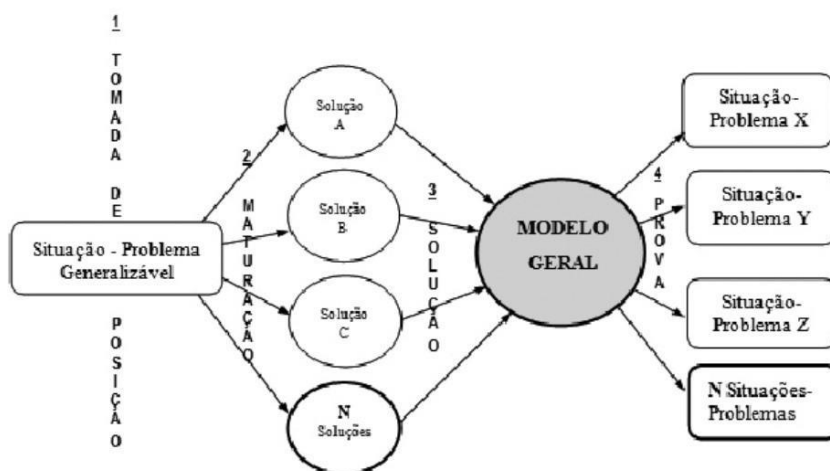
Segundo Bordanave (1993), o professor deve se colocar à frente da organização e da discussão, assim como da análise das soluções elencadas pelos alunos, pelo fato de possuir, de acordo com Souza (2013), a competência didático-pedagógica docente, conduzindo a elaboração e a apresentação da solução final. De fato, é incontestável a competência do professor e o seu domínio sobre o conteúdo, pois em diversos momentos será colocado em questão sua habilidade de acionar o conhecimento e sincronizar com os saberes ali apresentados.

Prova: É o instante da apresentação e sistematização de um modelo. Esta fase é compreendida como um momento de síntese e modelagem, por parte do docente, da situação proposta na Tomada de Posição e trabalhada pelas investigações dos discentes.

O professor aqui direciona os alunos a formalização, à generalização de um modelo. Aqui o aluno não participa tão somente da problematização e da exposição resolutive do professor, mas amadurece e sequencia argumentos, sustentados às vezes na abordagem externa dos demais alunos ou ainda sob conhecimentos encobertos, após contra-exemplos pelo professor.

Esse momento tem o significado de retomar as discussões realizadas sistematizando o conteúdo abordado na Tomada de Posição. Ou seja, o objetivo é estabelecer interações cognitivas entre o que foi pensado e o exposto pelos alunos e as verdades explicadas pelo professor.

Figura 10 - Desenvolvimento da sequência FEDATHI



Fonte: Borges Neto *et al.*, 2001.

O estudante deverá ser avaliado nesta última etapa, seja por meio de exercícios orais, escritos, no computador, jogos ou outros. Qualquer que seja a metodologia da avaliação, o exercício precisa permitir que o professor verifique se houve assimilação, por parte do aluno, do modelo geral apresentado por ele. Só assim o professor verificará se, de fato, a Prova foi o fim do processo ou uma oportunidade de recomeço, tendo base para tal ressignificação.

Para Soares e Nobre (2017), a sequência FEDATHI é considerada como uma metodologia com o potencial de promover atitudes de mediadores nos docentes em

sala de aula e transformar o aluno em seu processo de aprendizagem num sujeito ativo, construindo seus próprios conhecimentos.

De acordo com Borges Neto (2013), a sequência FEDATHI propõe que ao se deparar com um problema novo, o aluno deve reproduzir os passos que um matemático realiza quando se debruça sobre seus ensaios: aborda os dados da questão, experimenta vários caminhos que possam levar a solução, analisa possíveis erros, busca conhecimentos para constituir a solução, testa os resultados para saber se errou e onde errou, corrige os erros e, por fim, monta um modelo.

3.3 Sequência FEDATHI no Ensino de Física

De acordo com Soares e Nobre (2018), a sequência FEDATHI defende um comportamento diferenciado do professor em sala de aula, durante a condução da sua aula. É nesse sentido que a metodologia FEDATHI surge com perspectivas para o ensino de Física, auxiliando o professor na sua postura enquanto mediador, buscando desconstruir o modelo tradicional de ensino com a mera exposição de conteúdos, apresentação de fórmulas e equações, sem o debate mais aprofundado dos conceitos físicos que atuam na observação dos fenômenos estudados. Pelo contrário, a postura metodológica do professor que adota a sequência FEDATHI é fundamental para a construção do conhecimento científico nos estudantes.

A necessidade de aplicação de uma metodologia que traga o estudante para o centro do seu aprendizado deve ser vista com muito entusiasmo. É justamente nesse cenário que o professor deve atuar, de uma forma que facilite a aprendizagem do estudante, colocando-o no plano central e buscando correlacionar o conhecimento adquirido anteriormente por ele ao novo conceito que se deseja ser aprendido. Para Silva, Sousa e Nobre (2013), a sequência FEDATHI traz essa possibilidade de abordar os principais conteúdos físicos que são relevantes para a aprendizagem do aluno de uma maneira dinâmica e que valorize o seu conhecimento prévio.

Para Soares e Nobre (2017), a sequência FEDATHI pode ser caracterizada como ferramenta metodológica importante no estudo de conteúdos físicos em sala de aula, transformando o aluno em pesquisador de seus próprios modelos de solução e regendo o comportamento do professor. E é justamente nesse viés do aluno pesquisador que o professor deve trabalhar.

Assim, de acordo com Souza (2013), a metodologia FEDATHI apresenta como objetivos, apresentar um modelo de ensino, que inclua a investigação científica como uma das etapas na elaboração do conhecimento, oferecer elementos que contribuam para as ações e intervenções do professor no processo de ensino e propiciar a participação ativa do aluno durante todo o processo de ensino.

De todo modo, acredita-se que esse trabalho tem o potencial de contribuir com o debate do uso da metodologia FEDATHI, inicialmente pensada para o ensino de matemática, por professores de todas as ciências, sobretudo no ensino de Física, que é o objeto de estudo deste trabalho.

3.4 O ensino do conteúdo de Refração e Lentes

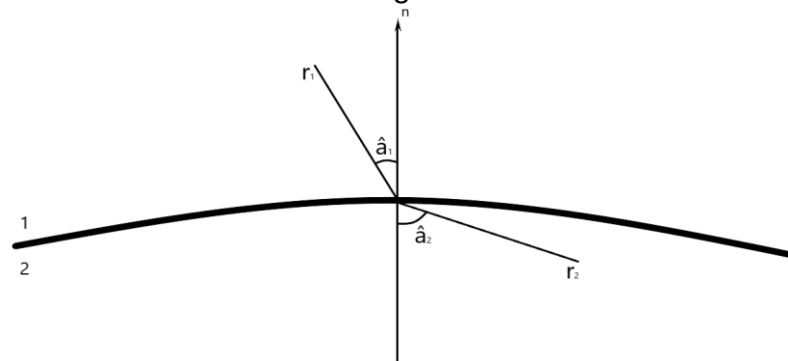
O fenômeno da Refração da Luz pode ser verificado em diversas situações do nosso cotidiano: a incidência da luz solar sobre as gotículas de água presentes na atmosfera formando o arco-íris, a correção do caminho da luz em direção aos nossos olhos ao atravessar as lentes de um óculos e a diferença entre a profundidade observada e a profundidade real ao observar-se uma piscina são apenas alguns exemplos de observação da refração da luz no nosso dia-a-dia.

Desse modo, é latente perguntar ao estudante do ensino médio o que acontece com um raio de luz quando ele passa de um meio homogêneo para outro.

Nesse momento, é necessário que o estudante tenha em mente o que é um meio homogêneo. Pela metodologia de ensino FEDATHI, esse pode ser um início de discussão para a tomada de posição. Esse mote utilizado pelo professor pode ser o caminho para trazer à luz da discussão os conhecimentos prévios dos estudantes e, assim, se utilizar dessa discussão e ampliar esses conhecimentos.

Essa discussão nos mostra que os meios homogêneos fazem com que a luz se desloque em uma trajetória retilínea. Assim, ao atravessar a interface que separa esses dois meios homogêneos, a luz penetra nessa interface, alterando o seu caminho percorrido e sofrendo um desvio, conforme Figura 11.

Figura 11 - Esquema de um raio de luz r atravessando uma interface entre dois meios homogêneos 1 e 2



Fonte: Própria autoria (2022).

Isso acontecerá sempre que os dois meios homogêneos forem de diferentes refrações, ou seja, possuírem índices de refração diferentes. Na figura 11, os ângulos $\hat{a}_1$ e $\hat{a}_2$ são chamados, respectivamente, ângulos de incidência e de refração. De acordo com Nussenzveig (2014, p.16) Ibn Sahl, propôs, em 984, a lei da refração, que foi formulada em Willebrord Snell, em 1621 e reencontrada, em 1637, por Descartes. Segundo essa lei,

$$\frac{\text{sen } \hat{a}_1}{\text{sen } \hat{a}_2} = n_{12} \quad (12)$$

onde n_{12} é o índice de refração do índice 2 relativo ao meio 1. Se $n_{12} > 1$, diz-se que o meio 2 é mais refringente que o meio 1 e o raio refratado (r_2) se aproxima da reta normal (n). Se $n_{12} < 1$, então o meio 2 é menos refringente que o meio 1. Assim, o raio refratado (r_2) se afasta da reta normal (n).

O índice de refração absoluto de um meio homogêneo e transparente está relacionado com a velocidade de propagação da luz. Desse modo, o índice de refração (n) é dado por

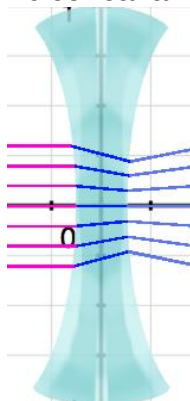
$$n = \frac{c}{v} \quad (13)$$

onde c é a velocidade da luz do vácuo e v é a velocidade de propagação neste meio. Assim, cada meio transparente e homogêneo possui a sua refração.

E como foi falado anteriormente, uma das aplicações do fenômeno da refração da luz está relacionado ao conteúdo de lentes e é o mais utilizado para corrigir o caminho da luz, suavizando os defeitos da visão. Para isso, são utilizadas lentes esféricas delgadas.

Conceitualmente, Nussenzveig (2014, p.31) define que uma lente é um material transparente que possui duas superfícies refratoras, cujo índice de refração absoluto é n . Assim, têm-se vários tipos de lentes a depender das suas superfícies. As mais comuns são as lentes bicôncavas e biconvexas.

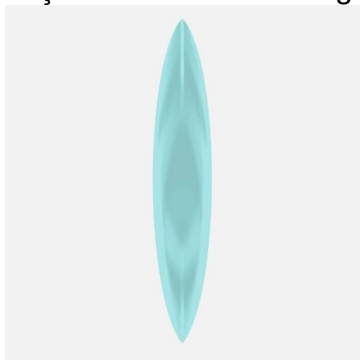
Figura 12 - Representação de raios de luz atravessando uma lente delgada bicôncava



Fonte: Imagem do aplicativo *Lablent*.

A diferença entre esses tipos de lentes está na forma das suas superfícies. No caso da figura 12, as duas superfícies refratoras da lente delgada são côncavas. Desse modo, a lente é chamada de lente bicôncava. Já a figura 13 mostra uma representação de uma lente biconvexa. Ambas as superfícies refratoras possuem formato convexo. Os próprios raios refratados possuem comportamentos diferentes ao atravessarem essas lentes.

Figura 13 - Representação de uma lente delgada biconvexa.



Fonte: Imagem do aplicativo *Lablent*.

Fazendo-se incidir um conjunto de raios sobre essas lentes, os raios refratados podem ser convergentes ou divergentes. Na figura 12, é possível observar que os raios refratados se divergem após atravessarem a lente bicôncava. Já a lente biconvexa, gera raios refratados convergentes. Isso é importante para qual aplicação estas lentes deverão ser utilizadas.

Além das superfícies incidentes e refratoras, outra forma de classificar as lentes é através das suas bordas. Para cada tipo de lente há uma aplicação específica. Assim, dependendo da necessidade, a utilidade pode ser das mais diversas, desde lentes de câmeras fotográficas, de microscópios, telescópios, óculos, lupas ou lentes de contato.

Ou seja, de fato é fundamental utilizar uma metodologia que possa explorar a capacidade do aluno em se desenvolver por conta própria para a aprendizagem do conteúdo de refração e lentes. Assim, a sequência FEDATHI pode ser utilizada como metodologia de ensino para esse fim, possibilitando que o professor atue como mediador nas discussões dos grupos de alunos sobre os conceitos de refração, refringência, desvio de trajetória, lentes delgadas e aplicações.

No próximo capítulo, será apresentada a metodologia de como a intervenção pedagógica foi realizada, utilizando a sequência FEDATHI para o ensino de refração e lentes.

4 METODOLOGIA

Neste capítulo, apresenta-se o caminho metodológico adotado para o desenvolvimento deste trabalho. Adotou-se uma abordagem da pesquisa qualitativa para análise das observações realizadas durante a intervenção pedagógica, e de pesquisa-ação, pelo fato do professor se colocar no papel de pesquisador durante a intervenção pedagógica.

Nas seções que seguem, apresenta-se para o leitor a natureza da pesquisa e o tipo de investigação, contextualizando metodologicamente o trabalho para que se possa entender o caminho percorrido. Foi feita uma breve apresentação de como seriam realizadas as coletas de dados, utilizando-se dos instrumentos adequados e o cronograma das atividades desenvolvidas.

Por fim, faz-se uma apresentação do produto educacional utilizado no desenvolvimento do trabalho e na intervenção pedagógica, como instrumento facilitador do processo de ensino e aprendizagem.

Assim, o estudante poderá verificar os fenômenos envolvidos no experimento, tendo a possibilidade de inferir e propor soluções para o que está sendo observado. Para isso, será utilizada a sequência de ensino FEDATHI para aplicação dessa ferramenta em sala de aula, sendo todo o processo de intervenção planejado a partir do estudo de teorias de aprendizagem e da investigação de novas metodologias de ensino.

Desse modo, todo esse processo resultará na construção de uma metodologia de ensino para aplicação de ferramentas alternativas e auxiliadoras no ensino de Óptica relativo aos conteúdos de refração e lentes.

4.1A Natureza da pesquisa e o tipo de investigação

Este trabalho tem por objetivo apresentar o relato de experiência de uma intervenção pedagógica utilizando a Sequência de Ensino FEDATHI aliada a um aplicativo para dispositivos móveis, denominado *LABLENT*, e textos de apoio para o ensino de refração da luz e lentes, no conteúdo de Óptica Geométrica.

Por ser uma aplicação de uma metodologia na forma de intervenção pedagógica e possuir características de ação na prática educativa, com base

empírica desenvolvida e realizada em intensa associação com uma ação, utilizar-se-á como abordagem metodológica uma Pesquisa-Ação, usando a pesquisa qualitativa como base da análise dos dados coletados, cuja intenção é descrever detalhadamente os procedimentos realizados, avaliando-os e produzindo explicações plausíveis sobre seus efeitos.

A pesquisa de natureza qualitativa, segundo Marconi e Lakatos (2010), se trata de uma pesquisa que tem como premissa, analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano e ainda fornecendo análises mais detalhadas sobre as investigações, atitudes e tendências de comportamento. Desse modo, essa abordagem busca compreender os fenômenos do cotidiano dentro de sua realidade de complexidade, o que pode ser trazido para dentro da sala de aula.

De acordo com Máximo e Marinho (2021), a intervenção pedagógica pode ser definida como uma ação interventiva para se compreender como se dá o processo de ensino e aprendizagem no aluno, constituindo significado, sentido e significância na construção do seu conhecimento. Assim, a condução do professor durante a intervenção pode ser um facilitador no processo de construção de saberes.

Nesse sentido, a intervenção pedagógica, partindo do princípio da pesquisa qualitativa, pois o tratamento da base de dados será analisada segundo as premissas da pesquisa-ação, mostra-se a mais adequada, pois a ação será realizada dentro da sala de aula, com o grupo de alunos escolhido e seguindo os passos metodológicos da proposta de intervenção, com o intuito de aferir-se a aplicabilidade metodológica, buscando um desenvolvimento no processo de ensino-aprendizagem.

Contudo, vale ressaltar que há uma diferenciação entre a pesquisa-ação, bastante utilizada e difundida nas pesquisas aplicadas à educação, e a intervenção pedagógica. Para Thiollent (2009), a pesquisa-ação segue uma proposta emancipatória dos grupos que estão fazendo parte daquele objeto de estudo. Apesar da convergência entre as duas concepções, a pesquisa-ação e a intervenção pedagógica são estratégias distintas para a pesquisa aplicada.

Vale ressaltar que a pesquisa-ação visa produzir mudanças (ação) e compreensão (pesquisa). De fato, as possibilidades de seu uso são muito grandes, desde um professor em uma pequena escola numa região afastada dos centros

urbanos, até um estudo sofisticado de mudança organizacional com uma grande equipe de pesquisadores financiado por importantes organizações.

Mais adiante, será tratado um pouco mais sobre a intervenção pedagógica e o porquê do uso dessa metodologia nesta pesquisa.

Portanto, este trabalho propõe uma investigação de caráter qualitativo e interventivo, verificando as ações dos envolvidos nas atividades, analisando o potencial didático-pedagógico do aplicativo e dos textos de apoio, juntamente com a sequência de ensino desenvolvida baseada na Sequência FEDATHI para uso no processo de intervenção pedagógica.

Assim, espera-se que a pesquisa proporcione uma apreensão mais completa da metodologia aplicada durante a intervenção pedagógica, buscando uma compreensão melhor dessa situação, considerando todas as possíveis ações com suas devidas percepções e interações, verificando o comportamento dos alunos à situação específica em que ocorre o processo de construção do conhecimento.

A intervenção pedagógica ocorreu durante os meses de março de 2022, em uma instituição de ensino pública da esfera federal do município de Cedro-CE. A instituição funciona nos três turnos e oferta cursos técnicos de nível médio, técnicos integrados ao ensino médio em tempo integral, graduação e pós-graduação.

4.2 Instrumentos de coleta de dados

Para o registro dos acontecimentos, utilizou-se uma diversidade de fontes de dados no intuito de se ter uma visão mais geral do fenômeno estudado. Desse modo, para a pesquisa foi lançado mão dos seguintes instrumentos: questionário, observação participante do professor, questões expositivas, áudios e análise de materiais.

A percepção e atenção do professor pesquisador nos fatos mais relevantes que ocorrem em sala de aula são fundamentais para descrever os fenômenos envolvidos na investigação e é necessário para perceber o significado das evidências de aprendizagem ocorrida em sala de aula.

4.3 Cronograma da Intervenção Pedagógica

A intervenção pedagógica que foi objeto desse estudo foi planejada para ser executada em seis aulas, mais uma aula prévia de apresentação e uma aula de avaliação, perfazendo um total de 8 aulas com uma hora cada.

As aulas foram ministradas no mês de março de 2022, conforme calendário a seguir:

Tabela 2 – Calendário de aplicação da intervenção pedagógica

Encontro	Quantidade de aulas	Atividade realizada	Conteúdo programado
Primeiro 14/03/2022	1	Apresentação do aplicativo <i>Lablent</i> e da metodologia a ser trabalhada. Aplicação de questionário para verificação de conhecimentos anteriores.	-
Segundo 15/03/2022	2	Aplicação da sequência FEDATHI usando o aplicativo <i>Lablent</i> .	Refração da Luz: conceitos básicos
Terceiro 22/03/2022	2	Aplicação da sequência FEDATHI usando o texto “Observando o Universo: refração da luz”	Índice de refração e velocidade da luz
Quarto 29/03/2022	2	Aplicação da sequência FEDATHI usando o aplicativo <i>Lablent</i> .	Lentes delgadas
Quinto 31/03/2022	1	Avaliação qualitativa da aprendizagem e avaliação da metodologia aplicada durante a intervenção pedagógica.	Todo o conteúdo estudado

Fonte: Própria autoria (2022).

4.4 O Produto Educacional

O produto educacional utilizado na pesquisa foi o aplicativo para dispositivos móveis para celular *LabLent*. O aplicativo foi desenvolvido em uma interface de modo a proporcionar um manuseio fácil e interativo por parte do usuário. A seguir, é feita a descrição do aplicativo e como utilizá-lo.

4.4.1 Descrição do Aplicativo

O aplicativo *LabLent* desenvolvido terá uma interface de acesso para um experimento utilizando uma simulação de lente transparente em que o usuário poderá dar um comando inicial de interação. Nesse experimento, o aluno poderá fazer análises em relação à refração da luz e ao caminho que a luz percorrerá.

Figura 14 - Interface de entrada do aplicativo *Lablent* para lente biconvexa.



Fonte: Imagem do aplicativo *Lablent*.

Figura 15 - Interface de entrada do aplicativo *Lablent* para lente bicôncava

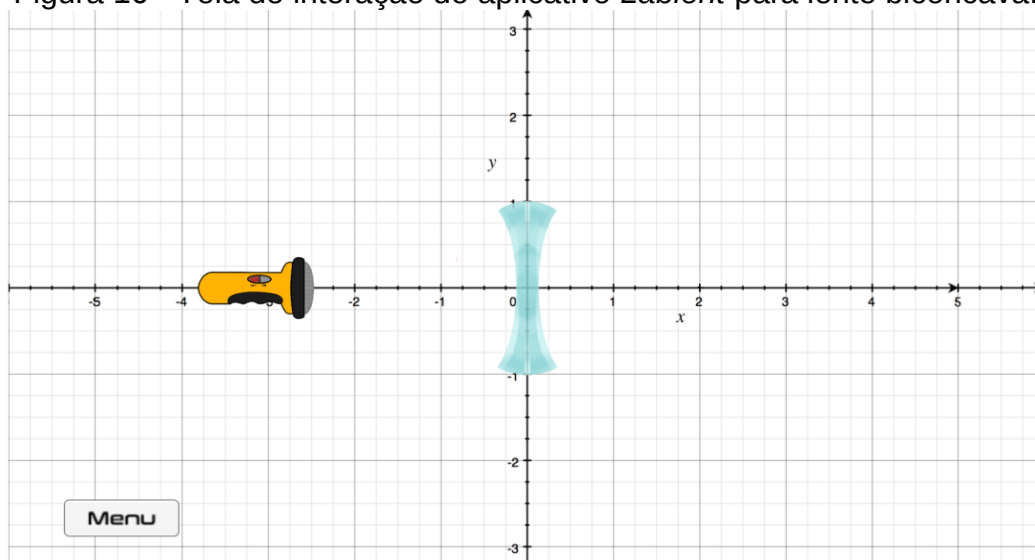


Fonte: Imagem do aplicativo *Lablent*.

Para escolher o tipo de lente, o usuário poderá tocar nos símbolos representados por setas à esquerda ou à direita, passando por uma lente biconvexa (Figura 14) ou lente bicôncava (Figura 15). Após a escolha de qual tipo de lente que se quer verificar, o usuário deve clicar no botão verde abaixo da imagem da lente escolhida.

Em seguida, irá aparecer a tela de interação do experimento de acordo com a escolha. Ao acessar o experimento, o aluno irá contar com uma interface que irá mostrar um experimento virtual. O usuário irá perceber uma lanterna na frente da lente escolhida na interface inicial. Na Figura 16 o estudante irá interagir com a interface relativa à escolha pela lente bicôncava na Figura 15.

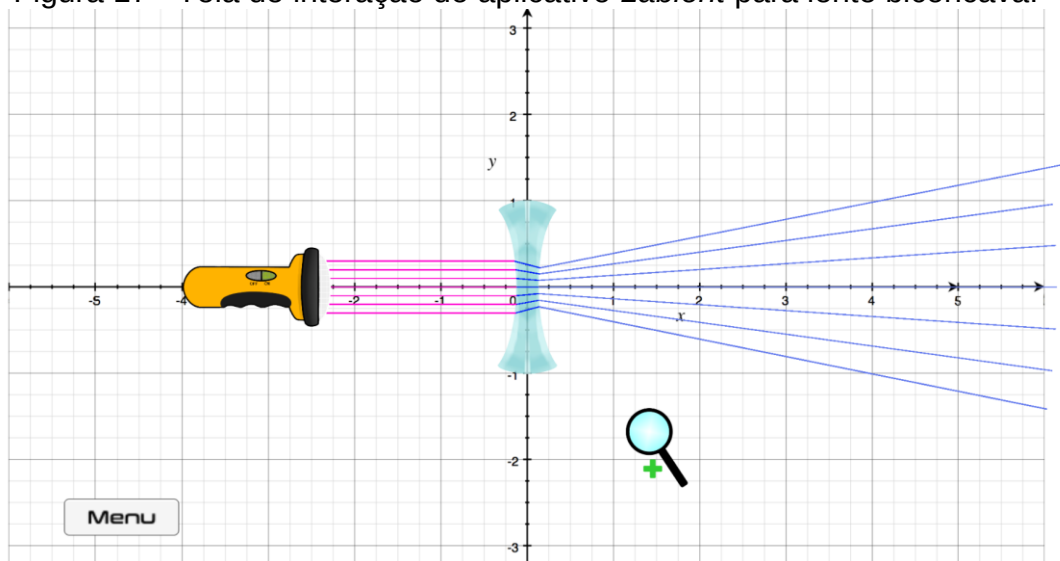
Figura 16 - Tela de interação do aplicativo *Lablent* para lente bicôncava.



Fonte: Imagem do aplicativo *Lablent*.

Ao clicar na lanterna, pode-se visualizar a emissão dos raios de luz da mesma, deslocando-se em linha reta até atingir a lente que, após atravessá-la, trará o comportamento verificado na Figura 17.

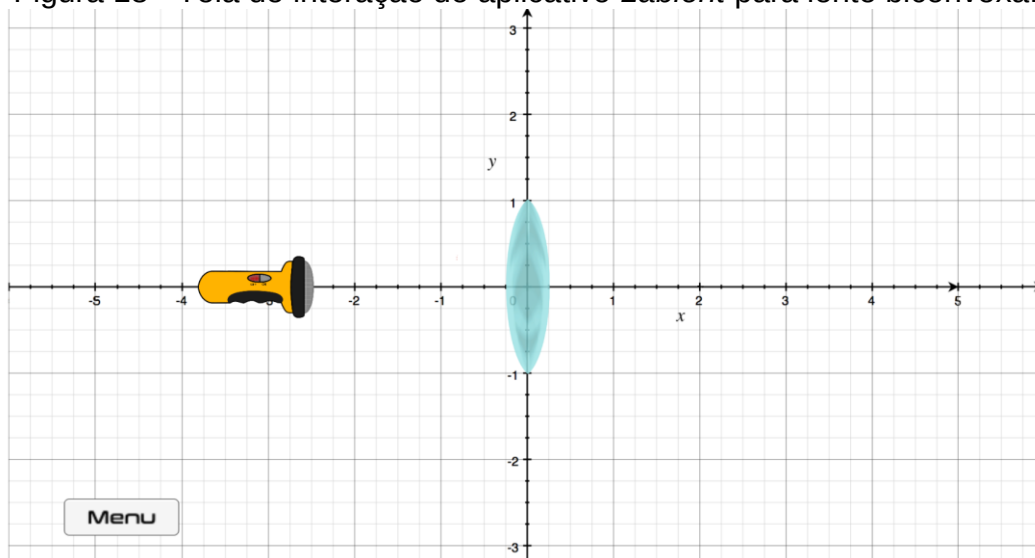
Figura 17 - Tela de interação do aplicativo *Lablent* para lente bicôncava.



Fonte: Imagem do aplicativo *Lablent*

No caso de escolha do usuário da lente biconvexa (Figura 14), o usuário irá acessar o experimento na interface mostrada na Figura 18.

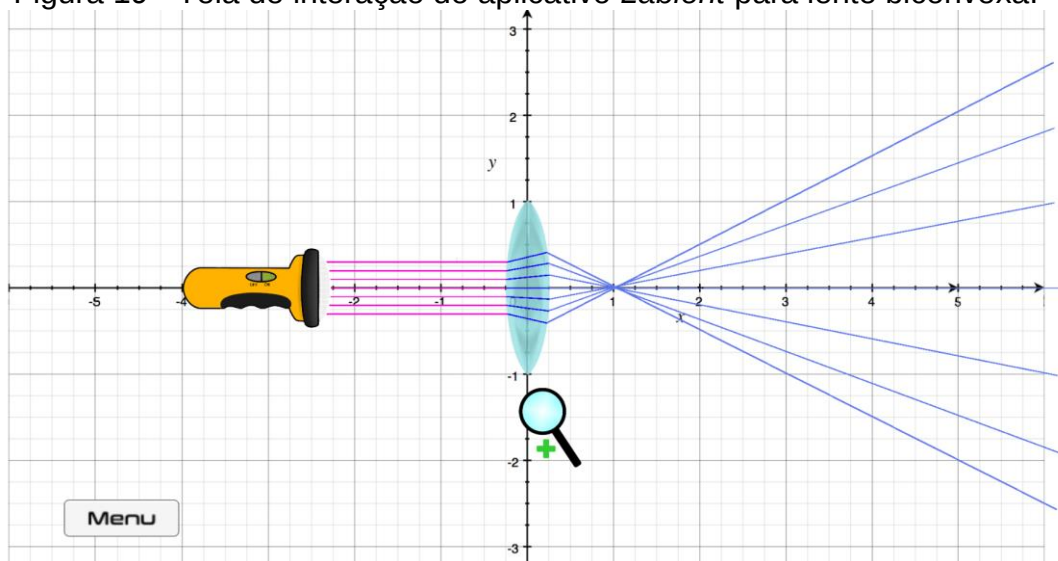
Figura 18 - Tela de interação do aplicativo *Lablent* para lente biconvexa.



Fonte: Imagem do aplicativo *Lablent*

Nesse momento, ao clicar na lanterna, o usuário irá visualizar a emergência dos raios de luz, deslocando-se em linha reta até atingir a lente que, após atravessá-la, trará o comportamento verificado na Figura 19.

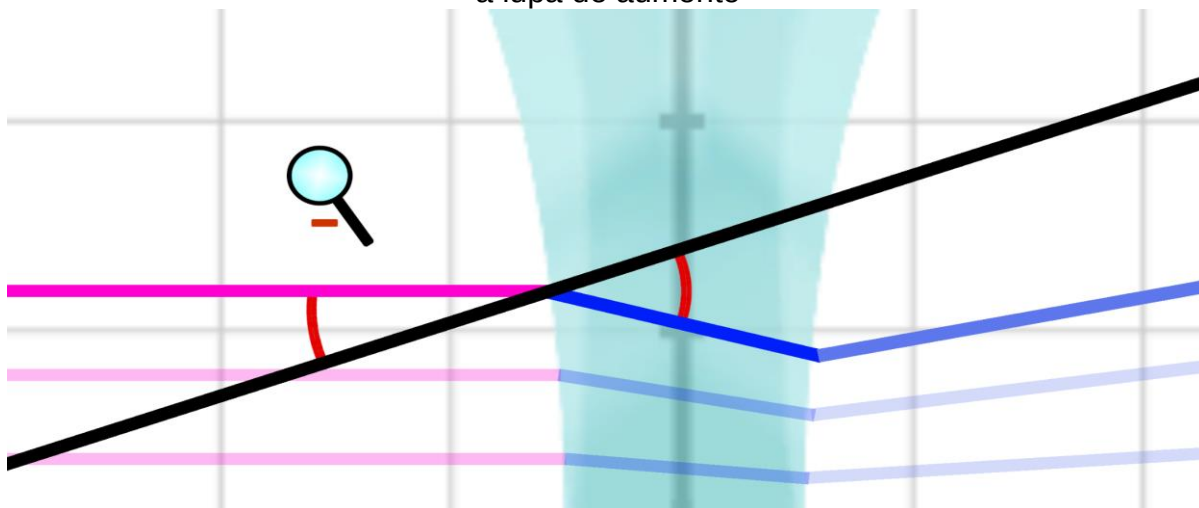
Figura 19 - Tela de interação do aplicativo *Lablent* para lente biconvexa.



Fonte: Imagem do aplicativo *Lablent*

Para cada uma das interações, após a distribuição dos raios atravessando as respectivas lentes, o aplicativo abrirá um ícone que amplia a imagem em um ponto da superfície da lente, de modo a observar o comportamento desses raios na travessia da lente. Para a lente bicôncava, isso pode ser verificado na Figura 20.

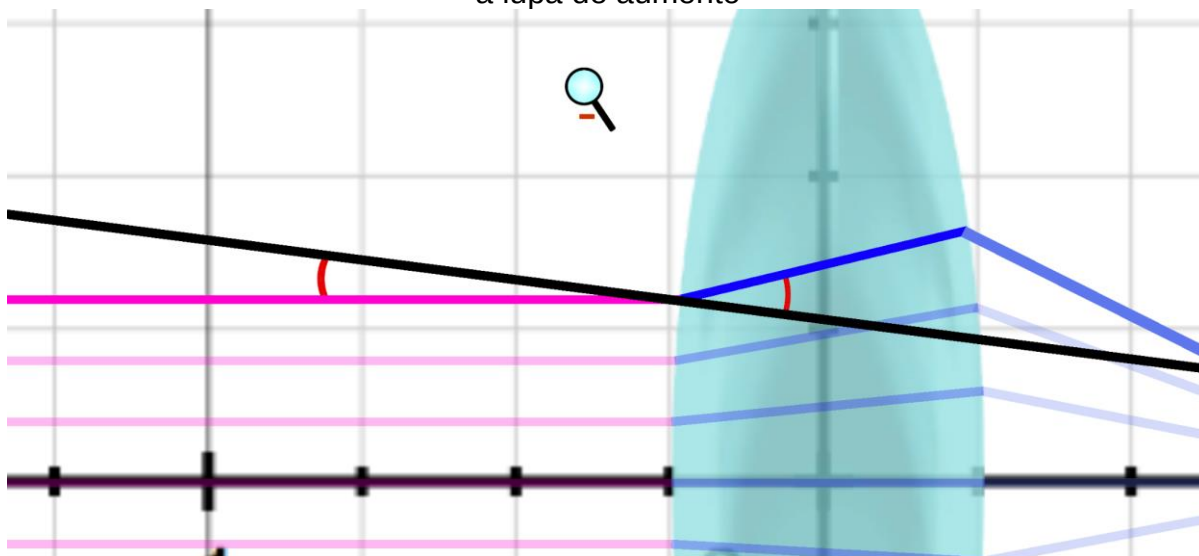
Figura 20 - Tela de interação do aplicativo *Lablent* para lente bicôncava, após tocar a lupa de aumento



Fonte: Imagem do aplicativo *Lablent*.

Já para a lente biconvexa, o comportamento observado é diferente, podendo ser verificado na Figura 21.

Figura 21 - Tela de interação do aplicativo *Lablent* para lente biconvexa, após tocar a lupa de aumento



Fonte: Imagem do aplicativo *Lablent*.

Assim, o objetivo desse aplicativo é a observação por parte do estudante dos fenômenos envolvidos na refração da luz através de uma lente trabalhados em sala de aula. Vale ressaltar que todo esse processo de construção do conhecimento por parte do estudante é feito de forma autônoma, por meio da metodologia FEDATHI, que propõe uma postura diferenciada para professores e estudantes, tornando este como sujeito ativo da sua aprendizagem.

5 INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo é dedicado à descrição dos acontecimentos durante a intervenção pedagógica, realizada por etapas de acordo com a tabela 3 da seção 4.3. Ao longo deste capítulo, será discutida cada etapa dos eventos realizados, os comportamentos, respostas e ações dos estudantes e professor ao longo do percurso, bem como a análise dos resultados das atividades propostas, da aplicação da metodologia e da produção final dos estudantes.

À exceção do primeiro e do último encontro que foram realizados em horários extras livres na turma, o segundo, terceiro e quarto encontros foram desenvolvidos nas próprias aulas previstas da disciplina de física da turma em questão. Durante a discussão dos eventos da intervenção pedagógica, serão apresentadas as observações e análises de toda a aplicação da metodologia, conversando com a teoria apresentada na fundamentação teórica.

De acordo com Damiani *et al.* (2013), a intervenção pedagógica pode ser compreendida como uma “investigação que envolve o planejamento e a implementação de interferências destinadas a produzir avanços, melhorias, nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências”. Nesse sentido, a intervenção pedagógica pode ser aplicada em um conjunto de sujeitos para se determinar se um procedimento metodológico causa alguma diferenciação no aprendizado desses sujeitos, proporcionando uma melhoria no processo de ensino.

De fato, as pesquisas aplicadas à área de ensino são bem abrangentes. As intervenções pedagógicas costumam se apresentar sempre como saída para o desenvolvimento de uma técnica para se testar uma hipótese. As investigações que surgem no decurso da pesquisa aplicada podem sugerir uma interação construtiva de um processo, cujo resultado final seja a avaliação, positiva ou negativa, da aplicação realizada.

O uso da intervenção pedagógica nesta pesquisa se justifica pelo fato de ser um procedimento técnico metodológico ao qual aplica-se uma proposta de ensino, cientificamente embasada nas pesquisas realizadas, aliando-a a um conceito de intervenção como implementação das ações a serem desenvolvidas em sala de aula.

Conforme relatado anteriormente, a intervenção pedagógica foi aplicada a uma turma de segundo ano do ensino médio integrado ao curso técnico em informática de uma instituição federal de ensino. Essa turma foi particularmente escolhida por ter na intervenção o uso de um aplicativo para dispositivo móvel, em que poderia ser utilizado com a própria turma, conceitos técnicos mais próximos da realidade desse grupo de estudantes.

Além disso, essa turma foi escolhida devido ao conteúdo que foi trabalhado durante a intervenção. A proposta era discutir sobre os conceitos de refração da luz, aliando aos conceitos de lentes e verificando *in loco* no aplicativo.

Alguns conceitos de Física são fáceis de memorizar, difíceis de usar e mais difíceis ainda de compreender. Para alguns estudantes, a ideia de que a física se compreende pura e exclusivamente a equações matemáticas pode tornar esse aprendizado cada vez mais levado no sentido de se decorar as equações, sem ao menos buscar o conceito fundamental que está por trás disso.

De acordo com Mazur (2015), a forma como um conteúdo é apresentado é um dos grandes problemas do ensino tradicional. Aulas tiradas diretamente dos livros ou de notas de aulas do professor de forma frequente podem trazer aos alunos pouco incentivo para assistir às aulas.

Nesse sentido, inovar nas metodologias de ensino que possam instigar no aluno o desejo de aprender devem ser incentivadas. A diversificação das estratégias de ensino em busca daquelas que mais se adequam ao processo de ensino visam a promoção da aprendizagem. O professor deve buscar ser um mediador no processo educativo, e assim, propiciar ao aluno uma aquisição de conhecimento, ou seja, o aluno participa do processo educativo adquirindo conhecimentos que lhe serão úteis.

É nesse contexto que é utilizada a Sequência FEDATHI que, de acordo com Borges Neto (2018), visa estimular nos alunos a pesquisa, a reflexão, a investigação, a colaboração e o senso de sistematização do conhecimento. Assim, a Sequência FEDATHI intenciona ressignificar os papéis em sala de aula, que por muitos anos, estiveram pautados nos atos de falar e ditar do professor, na perspectiva tradicional de ensino.

De acordo com Souza (2010), as Sequências de Ensino são empregadas em um contexto de organização de um determinado saber, em etapas sequenciais, como forma de produzir um conhecimento específico. É desse modo que a

Sequência FEDATHI se caracteriza como um conjunto de etapas, que devem ser seguidas e desenvolvidas como um trabalho científico de um matemático.

Na pesquisa proposta, será utilizada uma sequência de ensino para o ensino do conteúdo de refração e lentes na ótica, na disciplina de Física no quarto semestre do curso Integrado em Informática, que é o equivalente ao segundo ano do ensino médio. O conteúdo de refração e lentes será abordado utilizando uma sequência baseada no modelo FEDATHI.

O processo de intervenção foi planejado para 05 encontros, com um total de 08 horas-aula, em uma turma regular com 29 alunos do curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio na disciplina de Física. Essa é uma das turmas que integra o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – *Campus Cedro*, no município de Cedro-CE.

A intervenção pedagógica foi realizada, seguindo a sequência proposta de encontros. Foram utilizados textos e um aplicativo para dispositivos móveis, apresentando sempre de início uma situação-problema. Com isso, foi dado o espaço para que os alunos, divididos em grupos, fizessem as análises e buscassem propostas e alternativas para responder a situação apresentada. Em seguida, os alunos apresentaram as possíveis soluções para responder ao problema e, ao final, foram feitas as intervenções necessárias para formalizar aquele conceito trabalhado em cada uma das aulas. No passo a passo, o roteiro foi seguido como descrito:

5.1 O Primeiro Encontro

No primeiro encontro, com uma duração de uma hora, foi aplicado um questionário com perguntas diversas, com o objetivo de perceber entre os estudantes alguma familiaridade acerca do tema que seria abordado durante a aplicação da intervenção. Nesse sentido, foi solicitado que os estudantes baixassem o arquivo do aplicativo disponibilizado através de um grupo criado para compartilhamento de informações em uma rede social.

O questionário, que se encontra no apêndice A deste trabalho, consta de um conjunto de questões que foi entregue aos estudantes para que os mesmos pudessem responder. Inicialmente, houve receio nas respostas pelo medo de ser avaliativo e contar como nota. Contudo, à medida que o processo foi sendo

explicado, os estudantes se sentiram mais à vontade para responder de acordo com o que pensavam.

Primeiramente, foi perguntado se os estudantes já tinham ouvido falar sobre o fenômeno da refração da luz. Dos 29 alunos que participaram 24.1% responderam que sim. Quanto aos comentários, seguem algumas respostas no quadro abaixo:

Quadro 2 - Respostas da questão 1 do questionário de avaliação prévia.

Você já ouviu falar sobre refração da luz? Comente sua resposta
“Deve ser parecido com o som” “Acho que tem a ver com o que vimos no espelho, sobre reflexão” “Nunca ouvi falar” “Vi em algum lugar que é o que acontece no céu” “Não sei, mas deve ser interessante” “Acho que o arco íris vem disso”

Fonte: Própria autoria (2022).

Há de se considerar que os estudantes já tinham visto o conteúdo de reflexão e espelhos anteriormente e, nesse mesmo período, sobre fenômenos ondulatórios, nos quais, tratou-se particularmente sobre refração das ondas. Mas um fator que chama a atenção é que alguns relacionaram um fato cotidiano com o fenômeno. Isso é interessante, visto que a física é uma ciência da natureza e os fenômenos cotidianos observados podem ser explicados fisicamente.

Em relação à segunda pergunta, foi perguntado se já tinham ouvido falar em metodologia ativa de aprendizagem. Nesse quesito, a negativa foi ainda maior que no primeiro. Apenas 1 estudantes marcou positivamente.

Quadro 3 - Respostas da questão 2 do questionário de avaliação prévia.

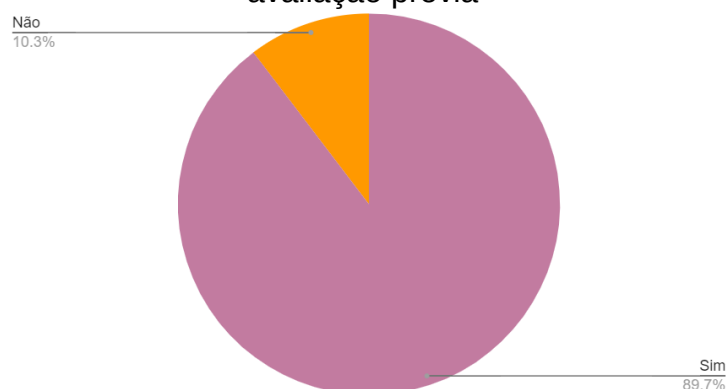
Você já ouviu falar de metodologia ativa de aprendizagem? Comente sua resposta
“O aluno pesquisa e aprende sozinho” “Nunca ouvi falar” “Não sei do que se trata” “Acredito que não”

Fonte: própria autoria (2022).

Considerando que cabe uma reflexão em relação ao estudante que respondeu positivamente e que poderia ser possível aprofundar esses conceitos em sala de aula, acabou-se, no entanto, omitindo esse fator durante o processo e não foi possível mensurar um retorno em relação a esse quesito.

Na terceira pergunta, buscou-se identificar se algum estudante já tinha feito uso de aplicativo para dispositivos móveis para estudar algum conteúdo. Não foram solicitados comentários nesta questão e os resultados foram bastante significativos: 89,7% dos estudantes disseram que já tinham estudado usando um aplicativo para celular. Acredita-se que, por ser uma turma do curso de informática, é comum que algumas disciplinas sejam trabalhadas utilizando-se do celular ou até mesmo um outro professor já possa ter utilizado dessa ferramenta.

Figura 22 - Gráfico das respostas dos estudantes à questão 3 do questionário de avaliação prévia



Fonte: própria autoria (2022).

Analisando-se esses resultados, acredita-se que, por ser uma turma do curso de informática, é comum que algumas disciplinas sejam trabalhadas utilizando o celular ou até mesmo um outro professor já possa ter utilizado dessa ferramenta. Assim, viu-se que já havia uma familiaridade dos estudantes com o uso de ferramentas tecnológicas digitais de informação e comunicação.

No quarto quesito, foi perguntado se o estudante acreditava que o uso de aplicativo de celular poderia ser uma boa ferramenta para aprendizagem de física. Foi unanimidade por parte das respostas em afirmar que acreditava que sim. Dentre os comentários, podem ser destacados os seguintes:

Quadro 4 - Respostas da questão 4 do questionário de avaliação prévia.

Você acredita que usar um aplicativo de celular pode ser uma boa ferramenta para aprender física? Comente sua resposta
“Sim. Acredito que deva ser muito interessante” “Sim. Já usei em outra disciplina e foi muito bom” “Sim. Nosso curso de informática deve possibilitar isso não apenas para física, mas para todas as matérias” “Sim. É bom usar todas as formas para ensinar” “Sim. Acho que pode diminuir a dificuldade de aprender a matéria” “Sim. Pode facilitar a aprendizagem”

Fonte: própria autoria (2022).

Com base nessas respostas, percebe-se que há até mesmo certa expectativa positiva no uso e aplicação dessa metodologia. Quando se iniciou a disciplina no início do semestre, foi informado que essa turma passaria por um experimento diferenciado e quando eles viram que iria iniciar o experimento e no momento da explicação do procedimento, a turma demonstrou bastante interesse.

A quinta pergunta foi bastante objetiva e o intuito era saber se já tinham utilizado essa ferramenta para aprender especificamente física. Ao contrário das respostas da questão anterior, os 29 estudantes participantes foram unânimes em dar um retorno negativo. Nenhum deles utilizou um aplicativo para celular para aprender física.

O que torna esse fato interessante e necessário de um aprofundamento na pesquisa, pois pelo fato de ser uma sondagem inicial e por não ser foco do nosso trabalho, não se discutiu sobre as mais diversas formas de uso do dispositivo móvel, até mesmo em pesquisas para responder questões, mesmo informalmente. Acredito que esse fato possa ter passado despercebido nas respostas dos estudantes.

A última pergunta do questionário de avaliação prévia retratou sobre o conteúdo que seria trabalhado durante a intervenção pedagógica. No quadro abaixo, ampliou-se o leque de respostas, pois se acredita que é o conhecimento sobre o assunto que se quer aferir.

Quadro 5 - Respostas da questão 6 do questionário de avaliação prévia

O que você sabe sobre refração da luz e lentes?
“Lembro da refração do som. Deve ser parecido só que agora é com a luz. Sobre lentes acho que é algo como a lente de contato” “A refração da luz deve ser por causa do vidro. E as lentes pode ser parecido com o espelho” “Deve ser parecido com o espelho. Lente de contato, óculos” “Deve ser o que acontece no céu, com a cor do céu azul. Já vi uma lupa, acho que é parecido com uma lente” “Não sei como é, mas ouvi falar. Os óculos são um exemplo de lente” “Não sei. Lente só de óculos” “Não sei muita coisa. Acho que lente tem no óculos”

Fonte: própria autoria (2022).

Conforme verificado na primeira questão, a maioria dos alunos não soube relatar sobre o quesito refração da luz e lentes, como observado nas últimas respostas. Entretanto, para uma parte dos estudantes, chegava-se a uma conclusão um pouco mais próxima do que se esperava, pelo que pode ser observado no cotidiano.

Analisando-se essas respostas, percebe-se que os conceitos ainda são muito vagos, superficiais. Não há concepções específicas ou detalhadas, contudo observa-se que para alguns há um conhecimento prévio, mesmo que de forma rústica, inacabada. Esse ponto é bem interessante e, a partir disso, pode-se utilizar a metodologia para averiguação de uma formação de conhecimentos mais aprofundada e uma possível relação dos conhecimentos adquiridos com os que existiam previamente.

Após a aplicação do questionário, debateu-se um pouco sobre o que eles acharam das perguntas e respostas. Se havia alguma coisa que eles poderiam complementar e se queriam sugerir algo. Nesse momento, os estudantes apenas relataram que essa aplicação é importante para saber em que nível eles começam a disciplina, ligando ao fato que diversos professores fazem avaliações iniciais da disciplina.

Em seguida, após a verificação de que os mesmos tinham baixado o aplicativo, apresentou-se a metodologia que seria desenvolvida na aula seguinte e foi encerrado o primeiro encontro.

Uma coisa que chamou a atenção foi o fato de alguns estudantes estarem muito envolvidos, o que é bom para o desenvolvimento do trabalho. Acredita-se, como analisado nos quesitos da avaliação prévia, que os estudantes estavam empolgados por utilizarem uma estratégia diferente, gerando uma expectativa pelas aulas e pelo conteúdo que seria trabalhado.

5.2 O Segundo Encontro

No encontro seguinte, iniciou-se com a divisão da turma em 5 grupos. Distribuiu-se esses grupos com seis estudantes em cada. Nesse segundo encontro, com duração de duas horas, após a divisão dos grupos foi feito um breve resumo da metodologia a ser aplicada naquele momento.

À luz da descrição, o encontro foi dividido em fases, seguindo a proposta da sequência FEDATHI, que é a metodologia aplicada neste estudo. Foi feita uma explanação breve aos estudantes sobre o conteúdo a ser trabalhado naquele encontro e, em seguida, solicitado que os mesmos abrissem os seus aparelhos de celular e o aplicativo *Lablent*.

Nesse momento do encontro, que é a fase da intervenção denominada Tomada de Posição na sequência FEDATHI, foram expostas 3 situações-problemas para que os grupos pudessem debater internamente, usando na análise o que estava sendo observado no aplicativo.

O que acontece com um raio de luz que atravessa uma lente? Onde é possível observar esse fenômeno? Quais equipamentos podem ser desenvolvidos para que isso possa acontecer?

Após isso, na fase da intervenção denominada Maturação na sequência FEDATHI, cada equipe se reuniu, debateu e analisou esses problemas em busca de solucioná-los. Nesse momento, a postura adotada pelo professor foi de observação, mantendo o olhar atento aos grupos para que se pudesse verificar o que estava acontecendo durante o debate.

Figura 23 - Foto da sala de aula debatendo em grupos durante a fase de maturação.



Fonte: própria autoria (2022).

Vale observar na Figura 23 o comportamento dos estudantes, dialogando entre eles dentro da equipe e buscando as respostas para os questionamentos. Outra observação interessante é a do professor, com uma postura que se assemelha ao que Santana (2018) define de pedagogia “mão no bolso”, que propõe que a postura didática do professor deve ser a de não intervenção. Assim, ainda de acordo com Santana (2018, p. 19), a metodologia “mão no bolso” tem como objetivo

[...] propor ao professor e aos alunos que pensem, raciocinem, criem hipóteses e realizem juntos uma educação com base na sequência Fedathi. Deste modo, uma pedagogia ‘mão no bolso’ convida o professor a mediar reflexões, sistematização e elaboração do raciocínio, visando à produção de conhecimentos e saberes.

Desse modo, a discussão nos grupos fluiu até a fase seguinte, que seria a apresentação de cada grupo do que foi debatido e as conclusões que chegaram aos demais grupos. Nessa fase, denominada de Solução na sequência FEDATHI, cada grupo escolheu um relator para apresentar para a turma o que havia sido discutido e quais seriam as suas respostas para as situações-problema apresentadas na fase de maturação. Ao final de cada apresentação, discutiam-se as respostas junto a toda a turma, como forma de buscar contribuições e melhorar os conceitos.

Uma observação a ser feita nesse momento foi o engajamento dos colegas de toda a turma, que concordavam, acrescentavam complementos e contribuíam para a discussão de um modo bastante participativo. O quadro a seguir apresenta uma síntese de respostas para os três questionamentos.

Quadro 6 - Síntese das respostas dos questionamentos apresentados na fase de maturação do segundo encontro.

Q1. <i>O que acontece com um raio de luz que atravessa uma lente?</i>
G1. "O raio de luz se propaga através da lente" G2. "Ao atravessar uma lente os raios se expandiram. Na outra, os raios se aproximam" G3. "Eles podem se juntar ou se espalhar dependendo da lente" G4. "Os raios sofrem desvio e se afastam ou se aproximam" G5. "Sofre refração paralelamente ao eixo da lente"
Q2. <i>Onde é possível observar esse fenômeno?</i>
G1. "Quando a luz do sol atravessa uma janela de vidro" G2. "Onde os raios batam e possam se refletir" G3. "Em espelhos ou pequenos primas de decoração" G4. "Em uma lupa" G5. "No telescópio ou na lanterna"
Q3. <i>Quais equipamentos podem ser desenvolvidos para que isso possa acontecer?</i>
G1. "Vidro e lupa" G2. "Espelhos, lentes e superfícies lisas e polidas" G3. "Luneta, lupa e microscópio" G4. "Telescópio" G5. "Vidro"

Fonte: própria autoria (2022).

Analisando-se as respostas, pode-se perceber que a percepção dos estudantes foi razoável. Contudo, algumas respostas nos indicam que ainda havia confusão dos estudantes com os conceitos de reflexão. Isso pode ser observado em falas do tipo "espelhos" e "possam se refletir".

Há de se considerar que o conteúdo de reflexão ainda estava recente, pois havia sido trabalhado em aulas anteriores à intervenção pedagógica. Entretanto, em certos momentos durante o debate, a complementação de respostas foi suficiente para consolidar o conhecimento para a situação específica apresentada.

O debate e o diálogo final nessa construção foram suficientes para ser feito, na fase seguinte, o fechamento adequado da aula com a formalização científica dos conceitos envolvidos. Os próprios estudantes complementavam e faziam intervenções nas respostas dos grupos. É necessário ponderar também que este é o

primeiro momento com essa sugestão de metodologia, desconsiderando-se o primeiro encontro que foi utilizado para uma avaliação diagnóstica.

Por fim, na fase da intervenção denominada Prova na sequência FEDATHI, foram destacadas algumas falas e complementos dos grupos, onde as respostas foram se moldando à formalização e chegando a um resultado final satisfatório quanto à dedução dos conceitos físicos envolvidos.

A finalização do encontro se deu por meio de uma avaliação qualitativa com os estudantes em que os mesmos expuseram suas percepções em relação à atividade realizada. O resultado foi considerado satisfatório e, por unanimidade, os estudantes afirmaram ter tido um bom aprendizado do conteúdo trabalhado naquele encontro.

5.3 O Terceiro Encontro

Para iniciar o terceiro encontro, que teve uma duração de duas horas, foi feita uma revisão do que havia sido trabalhado no encontro anterior, lembrando os conceitos vistos e discutidos, os pontos que foram mais debatidos e o conceito final estabelecido após o processo. Em seguida, após a divisão novamente nos grupos, distribuiu-se o texto “Observando o Universo: refração da luz”.

No primeiro momento, foi feita a leitura compartilhada do texto e, em seguida, foi apresentada a seguinte questão-problema: *Como se comporta a velocidade da luz após um raio de luz sofrer refração?*

Com essa explanação inicial e a apresentação dessa inquietação, fase denominada de Tomada de Posição na sequência FEDATHI, os estudantes, divididos em seus grupos iniciaram as discussões internas, buscando resposta para a pergunta chave do problema.

Durante a fase de maturação, surgiram dúvidas nos grupos do tipo: Como medir essa velocidade e como saber a diferença entre os materiais? Nesse instante, a intervenção do professor foi no sentido de traçar paralelos com o movimento cinemático, perguntando como seria a diferença de velocidade para um veículo se deslocar sobre uma rua asfaltada e sobre uma rua de terra.

Outro questionamento pertinente foi quanto a determinação propriamente dita do índice de refração de um meio. A intervenção veio com outra pergunta

esclarecedora, lembrando-os dos conceitos de força na dinâmica de Newton e a relação de determinação do coeficiente de atrito.

Nesse momento, para não dar uma resposta, foi permitido fazer uma consulta sobre coeficiente de atrito, de modo que eles pudessem recordar os conceitos envolvidos.

A partir dessas perguntas esclarecedoras, os estudantes se voltaram para as análise e discussões. A Figura 24 mostra alguns momentos dos grupos em discussão, utilizando o texto e fazendo as anotações necessárias na fase de maturação.

Figura 24 - Fotos dos grupos em discussão durante a fase de maturação no terceiro encontro.



Fonte: própria autoria (2022).

Vale ressaltar mais uma vez que na fase de maturação o professor deve manter uma postura observadora, mantendo o olhar atento às discussões, buscando sempre se manter à uma distância em que pudesse verificar o que estava acontecendo durante o debate.

Além do texto apresentado, os estudantes também puderam mais uma vez consultar o aplicativo *Lablent* para verificar o caminho dos raios de luz antes e após a refração, para que pudessem utilizar nas suas discussões.

Após o momento de maturação, em que os alunos debateram internamente nos grupos, passou-se para a fase de Solução na sequência FEDATHI, que é o

momento em que os grupos apresentam para toda a turma as respostas encontradas como solução para os questionamentos.

Nesse momento, pôde-se observar que as interações entre os grupos foram bem relevantes e estimulantes, o que favorece ainda mais a consolidação do conhecimento debatido. Vale destacar, apenas a título de informação, que houve um momento nessa discussão, em que o alinhamento das respostas entre os grupos foi tão interessante e bem próximo do que se esperava que o professor fez um comentário que demonstrava satisfação em relação ao debate: “- *Que lindo, isso!*”

O quadro a seguir apresenta uma síntese de respostas para o questionamento apresentado e discutido. As respostas foram identificadas pela letra G, representando grupo e a ordem 1 a 5.

Quadro 7 - Síntese das respostas dos questionamentos apresentados na fase de maturação do terceiro encontro.

Como se comporta a velocidade da luz após um raio de luz sofrer refração?
G1.- “O raio de luz sofre um desvio por causa da refração. Essa refração faz com que a velocidade da luz mude. Essa mudança é por causa do índice de refração. Se o índice de refração é maior, a velocidade da luz é menor. Esse índice de refração é uma relação entre as velocidades da luz antes e depois da refração.”
G2.- “A refração causa um desvio na trajetória da luz. A velocidade depois da luz sofrer refração, depende do valor desse índice de refração que, se for maior do que o meio que a luz estava, vai diminuir a sua velocidade. O índice de refração de um meio é a razão entre as velocidades da luz no vácuo e no meio.”
G3.- “Se a luz sai do vácuo e entra no meio, a velocidade da luz nesse meio será menor e o raio de luz sofre um desvio na trajetória. O índice de refração do meio pode determinar a velocidade da luz nesse meio. Para calcular o índice de refração é preciso saber as velocidades antes e depois da refração.”
G4.- “A velocidade da luz vai depender do meio em que os raios de luz vão entrar. Se a luz entra em um meio que a refração é maior, então a velocidade da luz é menor. Para saber a refração, é preciso saber a velocidade da luz no meio.”
G5.- “A luz sofre desvio no seu caminho. O índice de refração é a razão entre a velocidade da luz no vácuo e no meio. Se o índice de refração for maior, a velocidade da luz é menor.”

Fonte: própria autoria (2022).

Essas respostas propostas pelos grupos foram dispostas em modo de painel no quadro, de modo a compará-las, no intuito de se chegar a um resultado final para fechamento na fase de prova.

É possível observar o quanto as respostas se aproximam entre os grupos e como essas respostas se aproximam do que se deseja determinar ao final da aula. Respostas do tipo “o índice é uma relação entre as velocidades”, “A velocidade é menor em um índice de refração maior” e “que o índice de refração não possui unidade de medida” foram uma prova que esse momento foi um grande ápice do encontro.

Após a montagem do painel no quadro e da discussão que se seguiu, o encontro se encaminhou para o fechamento, fase da Prova na sequência FEDATHI, ajustando e confirmando as respostas propostas e apresentadas pelos estudantes, finalizando com os conceitos de índice de refração, apresentando uma tabela com alguns valores para cada tipo de material e as respectivas velocidades de propagação da luz. A tabela apresentada foi uma adaptação da tabela 1 da seção 2.3 deste trabalho.

5.4 O Quarto Encontro

No quarto encontro, com duração de duas horas, iniciou-se fazendo um breve resumo do que foi trabalhado na aula anterior, destacando os aspectos apresentados sobre índice de refração e velocidade da luz, bem como os resultados dos debates realizados. A seguir, foi feita novamente a divisão e, após isso, foi solicitado que os estudantes abrissem os seus aparelhos de celular e o aplicativo *Lablent*.

A partir disso, como previsto na fase de tomada de posição da sequência FEDATHI, foram expostas 4 situações-problemas para que os grupos pudessem debater internamente, usando na análise o que estava sendo observado no aplicativo. As situações-problemas foram as seguintes:

O que aconteceu com o feixe de luz após atravessar a lente? Defina quais são as linhas representadas por cores que se destacam. Qual é o significado do símbolo que aparece entre as linhas? Descreva a relação entre esses símbolos e defina que tipo de lente e suas características.

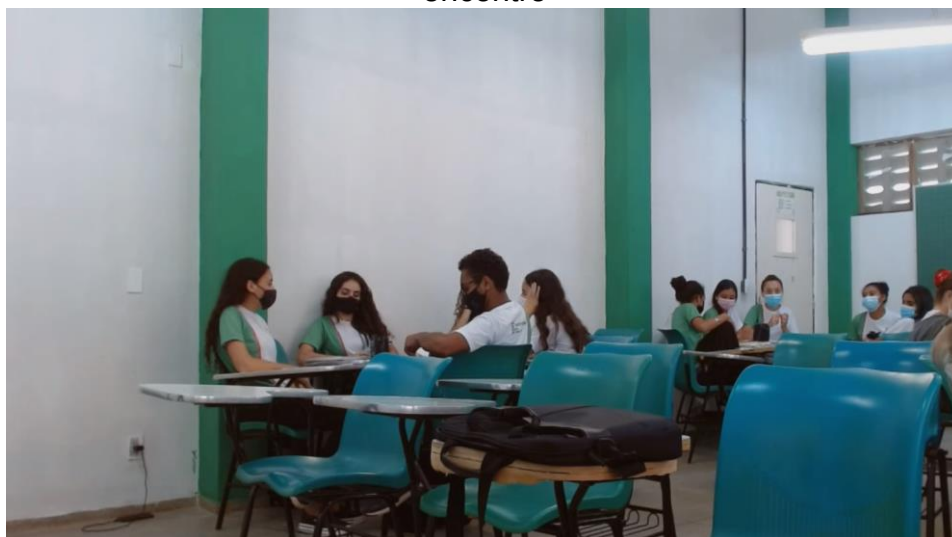
Assim, retomando a metodologia da sequência FEDATHI como desenvolvimento na fase de tomada de posição, os estudantes fizeram as suas observações, buscando responder às situações apresentadas. Nessa fase, denominada maturação na sequência FEDATHI, os estudantes debateram entre si nos grupos.

Por ser um recurso mais aprofundado no aplicativo, onde era necessário alguns passos além do que já se tinha trabalhado anteriormente, surgiram algumas dúvidas dos grupos, tanto por parte do manuseio nesse recurso, quanto no que tange à observação aproximada dos raios. Todas as imagens detalhadas do aplicativo *Lablent* constam do apêndice C deste trabalho.

A principal pergunta que surgiu nos grupos foi sobre os símbolos apresentados e os raios, representados por cores diferentes. Como essas eram algumas das situações-problemas que se buscavam ser respondidas, a intervenção do professor foi apenas no sentido de solicitarem maior atenção e observação dos estudantes. Como o assunto geral era Óptica Geométrica, foi solicitado que os estudantes, lembrando-se disso, resgassem os conceitos de geometria estudados por eles.

Assim, o debate nos grupos fluiu e foi se estendendo até que todos os grupos chegassem às soluções das situações propostas. Em seguida, os estudantes se organizaram para apresentar as suas propostas de solução para as indagações feitas e cada grupo escolheu um relator para isso.

Figura 25 - Imagem de um dos grupos apresentando na fase de solução no terceiro encontro



Fonte: própria autoria (2022).

Durante a apresentação de cada grupo, os demais estudantes interagiram, complementando as respostas e tirando outras dúvidas. Assim, na fase de solução, os estudantes chegaram às suas conclusões e as apresentaram, conforme quadro a seguir.

Quadro 8 - Síntese das respostas dos questionamentos apresentados na fase de maturação do segundo encontro.

Q1. <i>O que aconteceu com o feixe de luz após atravessar a lente?</i>
G1. O feixe de luz sofre refração dentro da lente e quando sai da lente sofre novamente. Na lente biconvexa, os raios se aproximam. Na lente bicôncava, os raios se afastam. G2. Os raios de luz sofrem refração. Quando é com a lente biconvexa, os raios convergem. Quando é bicôncava, os raios divergem. G3. O feixe de luz sofre refração duas vezes, uma quando entra na lente e outra quando sai. Na lente bicôncava, o feixe de luz é divergente. Na lente biconvexa, o feixe de luz é convergente. G4. O feixe de luz sofre refração e se converge na lente biconvexa, os raios se aproximam. Quando vê na lente bicôncava, o feixe se diverge. G5. Os raios de luz quando sofrem refração se aproximam na lente biconvexa e se afastam na lente bicôncava.
Q2. <i>Defina quais são as linhas representadas por cores que se destacam.</i>
Nesse quesito, os 5 grupos responderam da mesma forma: Linha cor de rosa - Raio incidente Linha azul escuro - Raio refratado dentro da lente Linha azul claro - Raio refratado fora da lente
Q3. <i>Qual é o significado do símbolo  que aparece entre as linhas?</i>
Nesse quesito, os 5 grupos responderam da mesma forma: Representa os ângulos entre a normal e os raios. Ângulo de incidência, entre a reta normal e o raio incidente e ângulo de refração, entre o raio refratado dentro da lente e a reta normal.
Q4. <i>Descreva a relação entre esses símbolos e defina que tipo de lente e suas características.</i>
Nesse quesito, os 5 grupos responderam da mesma forma:

Os ângulos representam a refração. A lente bicôncava é divergente e a lente biconvexa é convergente.

Fonte: própria autoria (2022).

Como pode ser verificado nas respostas, os estudantes já conseguiram observar as lentes no aplicativo e os raios que foram traçados e, a partir disso, traçar uma relação entre raios incidentes e raios refratados com os respectivos ângulos de incidência e refração. Além disso, já há uma expectativa por parte do professor que os estudantes já aliem esses conceitos com os índices de refração.

Outra análise importante que pode ser feita é acerca das respostas dos estudantes quanto à convergência ou divergência dos raios refratados. É muito interessante observar que, ao longo do processo e da intervenção, alguns conceitos trabalhados anteriormente se mostram consolidados, sendo usado na complementação dos conceitos trabalhados nessa aula.

Por fim, após a apresentação dos resultados alcançados pelos estudantes na fase de solução, foi feita uma sistematização dos resultados obtidos e discutido com toda a turma sobre esses resultados. Com isso, foram apresentados os conceitos de lentes delgadas, os diversos tipos de lentes, correlacionando com os tipos estudados e com relação aos demais instrumentos ópticos que utilizam o princípio das lentes e da refração da luz.

Como uma atividade extra para casa foi sugerido que os estudantes lessem sobre o capítulo 12, “Instrumentos ópticos” do livro didático Física para o Ensino Médio (YAMAMOTO; FUKU, 2016), e fizessem as relações entre o que foi estudado e os instrumentos apresentados no livro.

5.5 O Quinto Encontro

No quinto e último encontro, com duração de uma hora, foi realizada a avaliação da intervenção. Conforme previsto na metodologia do trabalho, o questionário de avaliação de metodologia, que se encontra no Apêndice B deste trabalho, consta de um conjunto de questões para que os estudantes pudessem responder e que tinha o objetivo de mensurar a aprendizagem dos mesmos e coletando a opinião destes acerca da metodologia utilizada.

Os alunos foram convidados a responder este questionário com perguntas objetivas e subjetivas, de modo a opinarem acerca da dinâmica e metodologia do processo de intervenção e das ferramentas de ensino utilizadas para o ensino de refração e lentes esféricas.

A primeira pergunta estava relacionada à aprendizagem do conteúdo por meio da metodologia aplicada. Dos 29 estudantes que participaram de todo o processo, todos responderam positivamente a este quesito.

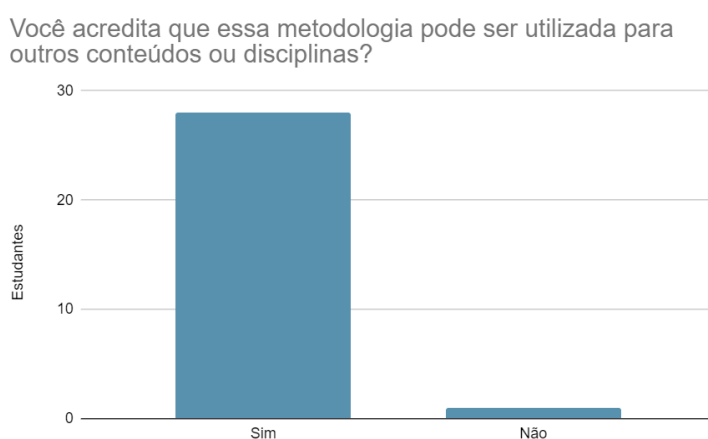
Figura 26 - Gráfico das respostas dos estudantes à primeira questão do questionário de avaliação de metodologia.



Fonte: própria autoria (2022).

O segundo quesito perguntava se o estudante acreditava que essa metodologia pudesse ser aplicada em outros conteúdos ou disciplinas. Os dados dessa resposta constam no gráfico representado pela Figura 27.

Figura 27 - Gráfico das respostas dos estudantes à segunda questão do questionário de avaliação de metodologia.



Fonte: própria autoria (2022).

Nesse quesito, um estudante respondeu negativamente. Contudo, não foi aprofundada essa questão em relação a comentários, o que poderia permitir uma análise um pouco mais ampla dessa resposta especificamente.

A terceira pergunta questionava a opinião do estudante sobre a utilização dessa metodologia que foi trabalhada nas aulas. A síntese das respostas segue no Quadro 8 a seguir.

Quadro 9 – Respostas da questão 3 do questionário de avaliação de metodologia.

Qual é a sua opinião sobre a utilização dessa metodologia?
“No começo, eu achei que não iria dar certo, mas eu consegui entender” “Achei bem interessante, pois a forma de entendimento para mim foi mais fácil” “Achei criativo, muito legal. Foi uma metodologia muito dinâmica para se aprender” “Muito legal, pois é uma forma de aprender de maneira dinâmica e leve” “Dá até vontade de estudar física” “Achei uma boa ideia. A aula ficou mais divertida” “Ajuda na facilidade para aprender o conteúdo, além de que não fica só a parte teórica” “Eu achei interessante, já que é uma nova forma de ensino e aplicação dos conteúdos” “Eu achei muito legal” “Pode auxiliar melhor no desenvolvimento de aprendizagem” “Eu achei bastante interessante, pois conseguimos aprender sobre o conteúdo dado e ainda discutimos sobre o assunto” “Positiva. O conteúdo visto na prática ajuda a compreender melhor a teoria” “É uma boa maneira de tornar a aprendizagem dinâmica e simples” “É bem mais legal de aprender se divertindo” “Bastante dinâmica, facilitando nossa concepção e melhorando nosso aprendizado” “Bem interessante e ajuda muito o aluno a entender e aprender” “Achei bastante interessante para diversificar a aula e o conteúdo” “São muitas vantagens, pois o aluno tem sempre em mãos uma ferramenta que possibilita conhecer as atividades que devem ser entregues” “Ela foi bem trabalhada, gostei da dinâmica e acho que o debate ajuda no aprendizado” “Achei muito eficiente e prático” “É uma boa proposta, chama mais atenção, sai um pouco do cotidiano que é apenas copiar em cadernos, seminários, foi algo realmente interessante” “Achei uma forma mais prática de se aprender o conteúdo e não achei a aula cansativa”

“Essa nova forma de repassar o conteúdo é excelente. Essa dinâmica faz com que nós alunos aprendam de uma forma mais divertida e menos cansativa”

“Essa nova metodologia abrange o conteúdo de uma forma mais prática e dinâmica, fazendo com que resultem em melhores resultados”

“Achei muito bom, tornou o aprendizado melhor”

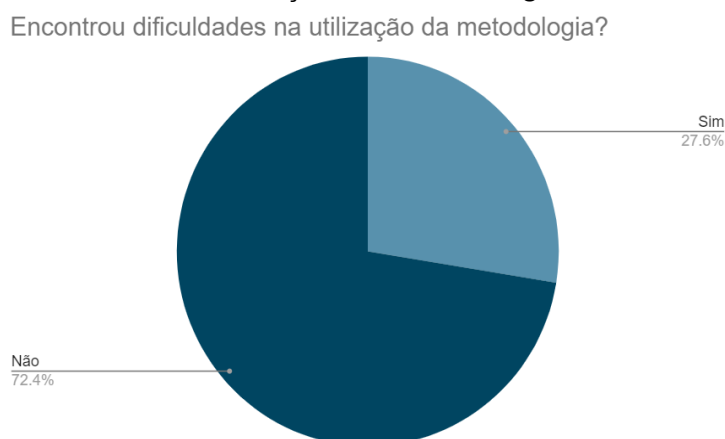
Fonte: própria autoria (2022).

Dados os relatos acima descritos, é possível perceber o entusiasmo dos estudantes quanto à aplicação da metodologia e os resultados alcançados. Algumas falas foram excluídas, por terem sido repetidas, já que alguns alunos responderam em dupla.

Pela análise dessas falas, pôde-se ainda verificar que a dinâmica e a prática foram muito citadas, bem como o caráter de novidade que essa metodologia trouxe para a percepção dos estudantes. Pontos como diversão e leveza também foram citados como positivos e, como exposto pela turma, tornaram melhores a compreensão e a aprendizagem.

Já o quarto quesito tinha o objetivo de saber quais foram as dificuldades encontradas durante a aplicação dessa metodologia.

Figura 28 - Gráfico das respostas dos estudantes à quarta questão do questionário de avaliação de metodologia.



Fonte: própria autoria (2022).

A síntese das dificuldades encontradas pelos estudantes na utilização da metodologia segue no Quadro 9 a seguir.

Quadro 10 - Respostas da questão 4 do questionário de avaliação de metodologia.

Quais foram as dificuldades encontradas na utilização dessa metodologia?
“Nenhuma” “Não vi muitas, mas a dificuldade mesmo era o tempo que a gente não teria o bastante” “Inicialmente como utilizar o aplicativo, mas com o decorrer da utilização as dificuldades sumiram” “O aplicativo é prático, bem simples e os debates muito interessantes. Não vi muita dificuldade” “Entender o aplicativo” “O acesso de algumas ao aplicativo” “A instalação do aplicativo” “De entender qual era o ângulo” “Houveram alguns equívocos em alguns instantes, mas nada que não pudesse ser resolvido. Ao todo, foi uma boa experiência”

Fonte: própria autoria (2022).

Nesse quesito, a maioria dos estudantes respondeu que não encontraram dificuldades na utilização da metodologia. Contudo, dentre os oito estudantes que mencionaram alguma dificuldade, os relatos nos trazem que foram dificuldades iniciais ou de procedimentos, o que, no decorrer das atividades, essas dificuldades foram suprimidas e/ou resolvidas.

Na quinta questão, foi perguntado sobre sugestões acerca da metodologia aplicada. O quadro 10 sintetiza as respostas dos estudantes.

Quadro 11 - Respostas da questão 5 do questionário de avaliação de metodologia.

Quais são as suas sugestões sobre a metodologia aplicada?
“Sem sugestões” “Atualizar mais o aplicativo, com mais informações, para que outras pessoas possam ver e entender melhor” “Tornar as atividades mais dinâmicas” “Aprofundar em outros conteúdos, com metodologia aplicada” “Que o aplicativo seja utilizado mais vezes para mais atividades” “Utilizar mais recursos como vídeo-aulas” “Que o aplicativo esteja disponível para todos os tipos de celulares” “Que seja utilizada para estudos e atividades dinâmicas” “Usar essa metodologia mais vezes, torna mais divertido” “O aprofundamento do aplicativo, podendo trazer mais conceitos”

“Trabalhar de forma mais engajada nesse tipo de metodologia, pois abre novas possibilidades de estudos na sala de aula”

“Que o aplicativo seja melhor explorado, com mais dados para exemplificar”

“Sugiro que possa trabalhar em outras turmas”

“Que o aplicativo seja mais explorado, com quizzes para dinamizar mais a aula”

“Explorar mais o aplicativo, com jogos acerca do conteúdo”

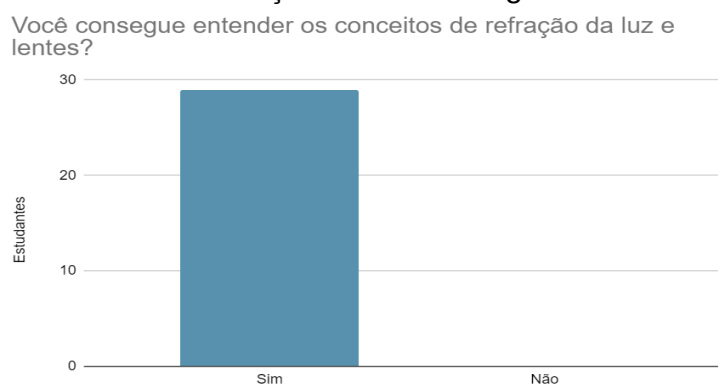
Fonte: própria autoria (2022).

Algumas das respostas foram repetitivas e outras sem sugestões a acrescentar. Entretanto, vale destacar que a maioria das respostas tem como sugestão atualizações e ampliações de uso do aplicativo e seus recursos. De fato, o aplicativo *Lablent* foi planejado e desenvolvido para um conteúdo específico e uso para esta atividade. Os recursos que fazem parte do aplicativo estão relacionados apenas a uma análise mais sucinta do conteúdo de refração e lentes. Não foi planejado para esse momento a atualização e inserção de novos recursos no aplicativo, por necessitar de mais tempo e recursos financeiros para o seu desenvolvimento. Além disso, foi desenvolvido para uso apenas em dispositivos móveis que utilizam como sistema operacional o *Android*, o que limita o uso para outros tipos de aparelhos.

Outras sugestões que apareceram foram relacionadas ao incremento de recursos e dinamicidade, bem como utilizar mais vezes em outros conteúdos, o que remete à análise do parágrafo anterior.

Na sexta questão, foi perguntado objetivamente se o estudante conseguiu entender os conceitos de refração e lentes. As respostas positivas foram unânimes dos 29 estudantes que participaram das atividades.

Figura 29 - Gráfico das respostas dos estudantes à sexta questão do questionário de avaliação de metodologia.



Fonte: própria autoria (2022).

De fato, em uma análise objetiva deste quesito, considerando inclusive as respostas anteriores e o decorrer das atividades dos encontros que precederam a avaliação, é possível perceber que os estudantes puderam compreender o significado dos conceitos de refração e lentes, fazendo inclusive correlações desses conceitos com o que foi trabalhado em sala de aula.

Por fim, a última questão do questionário de avaliação de metodologia pediu para que os estudantes comentassem sobre a sua aprendizagem acerca do conteúdo ministrado nas aulas. As respostas dos estudantes seguem apresentadas no Quadro 11 a seguir.

Quadro 12 - Respostas da questão 7 do questionário de avaliação de metodologia.

Comente sobre a sua aprendizagem acerca do conteúdo ministrado na metodologia.
“Foi bem fácil compreender” “Aprendi sobre refração, lentes convergentes e divergentes” “Aprendi muito sobre refração, desvio da luz, índices de refração e sobre velocidade da luz na refração” “Achei que minha aprendizagem foi boa, coisas que eu não entendi antes, consegui entender nas aulas com o aplicativo” “Foi bem dinâmico, vimos refração, tipos de lentes e usamos o aplicativo” “Conseguí aprender o conteúdo e foi divertido trabalhar em grupo com o uso do aplicativo” “Que o índice de refração é a medida de quanto a velocidade da luz em um determinado meio foi reduzida em relação à sua velocidade no vácuo” “Trabalhamos com dois tipos de lentes e vimos como se diferenciam. Sobre refração, aprendemos que quanto mais refringente for o meio, menor será sua velocidade” “Conseguí aprender sobre vários conteúdos: refração, lentes divergentes, lentes convergentes, os ângulos, tudo através do aplicativo” “Gostei muito, é um conteúdo que dá pra entender” “Gostei bastante, realmente física em si é uma coisa que se usa todo dia e em praticamente tudo” “Aprendi refração e os tipos de lentes, usando o aplicativo vimos dois tipos de lentes e como elas funcionam quando ocorre passagem de luz entre elas. A velocidade da luz depende de uma propriedade dos meios ópticos chamada refringência” “Que a refração da lente é uma característica para mudar os raios de luz e acertar o foco” “Conseguí aprender muito e o aplicativo ajudou bastante”

“Além de ter expandido o meu espaço de aprendizagem, facilitou o meu conhecimento sobre o conteúdo de forma positiva”

“Aprendi mais fácil sobre os feixes de luz convergentes e divergentes e sobre refração e os raios refratados”

“Aprendi bem mais sobre refração e tornou o aprendizado mais dinâmico, o que ajudou a entender melhor”

Fonte: própria autoria (2022).

Pelos relatos, pode-se perceber o quanto os estudantes avaliaram positivamente o aprendizado com as ferramentas utilizadas, aliadas à metodologia aplicada no processo. Por ser a questão de fechamento da avaliação, muitos trechos podem ser destacados, mensurando inclusive qualitativamente o que foi destacado na questão anterior, sobre o entendimento dos conceitos de refração e lentes.

Nos destaques, chama a atenção para os detalhes de alguns conceitos trabalhados, mesmo em um questionário avaliativo que não foi feito com fontes de consulta e servindo apenas como comentários sobre o seu aprendizado. Isso evidencia o quanto foi significativo para o aprendizado desses estudantes o uso da metodologia aplicada nesse processo.

Por fim, encerrando a intervenção pedagógica nesses cinco encontros, foram feitos os devidos agradecimentos pela participação, colaboração, contribuição e compreensão desse momento por parte dos estudantes para com o professor pesquisador. Foi um momento de muito aprendizado e de fortalecimento do processo de ensino e aprendizagem que se realiza diariamente em sala de aula.

No próximo capítulo, serão feitas as considerações finais acerca da execução desse projeto, com opiniões e conclusões sobre o trabalho desenvolvido durante a intervenção pedagógica.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho desenvolvido na execução desse projeto trouxe algumas possibilidades de reflexão e propostas de aprimoramento. De fato, todo o planejamento feito para o desenvolvimento da intervenção pedagógica, desde o estudo do referencial teórico, a construção do projeto, a escolha da turma a ser aplicada e o conteúdo a ser trabalhado foram fundamentais para uma boa execução da intervenção e coleta de material e de dados para que se pudesse fazer uma análise mais próxima com o que se buscava.

Esse trabalho não teve o objetivo de quantificar a aprendizagem dos estudantes. Na verdade, o intuito da intervenção, conforme explicitado na seção 4.1, era verificar qualitativamente o comportamento dos agentes envolvidos nas atividades, analisar o potencial metodológico da sequência FEDATHI no ensino de Física, avaliar o aplicativo *Lablent* como produto educacional e observar o funcionamento desta metodologia durante o processo de intervenção pedagógica.

De fato, a postura dos agentes envolvidos nesse processo foi uma postura que pode ser avaliada como muito positiva e com muito potencial de resultados positivos na aplicação do conteúdo específico tratado nessa intervenção. Outrossim, as análises realizadas no capítulo 5, demonstram que as respostas obtidas ao longo das atividades propostas trazem o sentimento de entusiasmo, visto que as sugestões são confirmações de que a metodologia pode ser aplicada e bem trabalhada.

Destaca-se ainda, a participação dos estudantes durante toda a intervenção, a avaliação da metodologia e as posturas de estudantes e professor na realização das atividades. A realização das tarefas, as discussões dentro dos grupos para solução do problema, a intervenção propositiva do professor, ao invés da entrega dos resultados, o debate entre os grupos nas apresentações e o fechamento foram etapas no processo em cada uma das aulas que proporcionaram uma estrutura que pode ser benéfica ao ambiente, facilitando a aprendizagem.

As falas dos estudantes descritas na seção 5.5, principalmente as expostas nos quadros 9 e 12, revelam o quanto foi pertinente a utilização dessa metodologia durante todo o processo. O entusiasmo dos estudantes quanto à aplicação da metodologia, a dinâmica e a prática, o caráter de novidade e a diversão e leveza

com que as atividades aconteceram foram pontos citados pelos estudantes como positivos, tanto no uso das ferramentas, como na aplicação metodológica.

Assim, é possível inferir que o professor pode lançar mão de pedagogias inovadoras, fazendo uso de metodologias ativas de aprendizagem, sobretudo a sequência FEDATHI, que nos mostra que ela vem para nortear o trabalho do professor em sala de aula, entendendo este como mediador do processo de ensino-aprendizagem do estudante, instigando-o a buscar, pesquisar e entender o conceito envolvido para a elaboração de seu conhecimento.

Ressalte-se que para o pleno atendimento aos resultados encontrados é necessária a aplicação fidedigna do que se propõe a sequência FEDATHI, dentro do que é definido por Borges Neto (2018), buscando o passo a passo metodológico no processo.

Por fim, espera-se que esse trabalho contribua para a construção de conhecimento através das ideias aqui expostas, proporcionando ao professor caminhos metodológicos que fortaleçam a sua prática pedagógica, melhorando o processo de ensino de Física e desenvolvendo a aprendizagem dos estudantes, enriquecendo a experiência profissional do professor em sala de aula, conforme aconteceu com o autor deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, E. V. B. **As Novas Tecnologias e o Ensino-Aprendizagem**. Vértices, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p.63-71, 2008.
- BORDANAVE, I. **Estratégias de aprendizagem**. São Paulo: Vozes, 1993.
- BORGES NETO, H. B. (Coord.). **Sequência FEDATHI: Uma Proposta Pedagógica para o Ensino de Ciências e Matemática**. Fortaleza, Edições UFC, 2013.
- BORGES NETO, H. (org). **Sequência FEDATHI: Fundamentos**. Vol. 03 - Curitiba. CRV, 2018.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. – Brasília, 2002.
- CORTELAZZO, A. L. *et al.* **Metodologias Ativas e Personalizadas de Aprendizagem**: para refinar seu cardápio metodológico. Rio de Janeiro: Alta Books, 2018.
- DAMIANI, M. F.; ROCHEFORT, R. S.; CASTRO, R. F.; DARIZ, M. R.; PINHEIRO, S. S. **Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica**. Cadernos de Educação, Pelotas, n. 45, p. 57 - 67, maio/agosto, 2013.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: Óptica e Física Moderna**. Vol. 4, 10 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018
- HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 12a. ed. Porto Alegre: McGraw-Hill – Bookman, 2015.
- MAXIMO, V.; MARINHO, R. A. C. **Intervenção pedagógica no processo de ensino e aprendizagem**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 8208 - 8218, jan. 2021.
- MAZUR, E. **Peer instruction: a revolução da aprendizagem ativa**. Porto Alegre: Penso, 2015.
- MOURA, B. A. **Isaac Newton e a dupla refração da luz**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, vol. 36, 2020.
- NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica: ótica, relatividade e física quântica**. Vol. 4, 2. ed. São Paulo: Blucher, 2014.

OLIVEIRA, I. R. M.; BASTOS, A. G. L. **Lablent**: aplicativo para dispositivos móveis para o estudo de refração e lentes no ensino médio. Fortaleza, 2022. Disponível para acesso em https://drive.google.com/file/d/1K55VbHPd7L0YF4MGd_0kPDItOL_L0eiE/view?usp=sharing

ORTEGA, D.; MOURA, B. A. **Uma abordagem histórica da reflexão e da refração da luz**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, vol. 42, 2020.

ROONEY, A. **A História da Física**. MBooks: São Paulo, 2013.

SANTANA, A. C. S. **Mão no Bolso**: postura, metodologia ou pedagogia? BORGES NETO, H. (org). **Sequência FEDATHI**: Fundamentos. Vol. 03 - Curitiba: CRV, 2018.

SERWAY, R. A.; JEWETT JR., J. W. **Princípios de Física**: Óptica e Física Moderna. Vol. 4. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

SILVA, A. F. G.; SOUZA, A. I. E.; NOBRE, F. A. S. **Uma experiência de aplicação da sequência FEDATHI no ensino de Física**. BORGES NETO, H. B. (Coord.). **Sequência FEDATHI**: Uma Proposta Pedagógica para o Ensino de Ciências e Matemática. Fortaleza, Edições UFC, 2013.

SOARES, T. A.; NOBRE, F. A. S. **A Contribuição da Sequência de Ensino FEDATHI no Processo de Ensino Aprendizagem em Física**. Revista do Professor de Física, v. 1, n. 2, Brasília, 2017.

SOARES, T. A.; NOBRE, F. A. S. **A Pergunta**. BORGES NETO, H. (org). **Sequência FEDATHI**: Fundamentos. Vol. 03 - Curitiba: CRV, 2018.

SOUZA, M. J. A. **Aplicações da sequência FEDATHI no ensino e aprendizagem da geometria mediado por tecnologias digitais**. Fortaleza. f. 230. Tese (Doutorado)]. Curso de Pós Graduação em Educação. Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, 2010.

SOUZA, M. J. A. **Sequência FEDATHI**: apresentação e caracterização. BORGES NETO, H. B. (Coord.). **Sequência FEDATHI**: Uma Proposta Pedagógica para o Ensino de Ciências e Matemática. Fortaleza, Edições UFC, 2013.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2009.

YAMAMOTO, K.; FUKU, L. F. **Física para o Ensino Médio**: termologia, óptica, ondulatória. Vol. 2. 4. Ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

APÊNDICE A
QUESTIONÁRIO 1

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO PRÉVIA

01. VOCÊ JÁ OUVIU FALAR SOBRE REFRAÇÃO DA LUZ?

☐ SIM

☐ NÃO

Comente sua resposta:

02. VOCÊ JÁ OUVIU FALAR DE METODOLOGIA ATIVA DE APRENDIZAGEM?

☐ SIM

☐ NÃO

Comente sua resposta:

03. VOCÊ JÁ TEVE ESTUDOU ALGUM CONTEÚDO COM A AJUDA DE UM APLICATIVO DE CELULAR?

☐ SIM

☐ NÃO

04. ACREDITA QUE USAR UM APLICATIVO DE CELULAR PODE SER UMA BOA FERRAMENTA PARA APRENDER FÍSICA?

☐ SIM

☐ NÃO

Comente sua resposta:

05. VOCÊ JÁ TEVE CONTATO COM ALGUM APLICATIVO DE CELULAR PARA APRENDER FÍSICA?

☐ SIM

☐ NÃO

06. O QUE VOCÊ SABE SOBRE REFRAÇÃO DA LUZ E LENTES?

APÊNDICE B
QUESTIONÁRIO 2

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE METODOLOGIA

01. VOCÊ ACHA QUE CONSEGUIU APRENDER O CONTEÚDO DE REFRAÇÃO E LENTES COM A METODOLOGIA APLICADA?

- ☐ SIM
☐ NÃO

02. VOCÊ ACREDITA QUE ESSA METODOLOGIA PODE SER UTILIZADA PARA OUTROS CONTEÚDOS OU DISCIPLINAS?

- ☐ SIM
☐ NÃO

03. QUAL É A SUA OPINIÃO SOBRE A UTILIZAÇÃO DESSA METODOLOGIA?

04. QUAIS FORAM AS DIFICULDADES ENCONTRADAS NA UTILIZAÇÃO DESSA METODOLOGIA?

05. QUAIS SÃO AS SUAS SUGESTÕES SOBRE A METODOLOGIA APLICADA?

06. VOCÊ CONSEGUE ENTENDER OS CONCEITOS DE REFRAÇÃO DA LUZ E LENTES?

- ☐ SIM
☐ NÃO

07. COMENTE SOBRE A SUA APRENDIZAGEM ACERCA DO CONTEÚDO MINISTRADO NA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA.

OBRIGADO PELA SUA PARTICIPAÇÃO E CONTRIBUIÇÃO.
A. G. L. B.

APÊNDICE C

**MATERIAL INSTRUCIONAL****PRODUTO EDUCACIONAL****APLICATIVO *LABLENT*****ANTONY GLEYDSON LIMA BASTOS****ORIENTADOR: DR. FRANCISCO AUGUSTO SILVA NOBRE****JUAZEIRO DO NORTE – CEARÁ****2022**

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	83
METODOLOGIA	84
O PRODUTO EDUCACIONAL.....	88
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	93
BIBLIOGRAFIA.....	94

APRESENTAÇÃO

Prezado professor e professora,

Esse tópico apresentará um material dedicado a você, para utilizá-lo de maneira a incentivá-lo a criar em sua sala de aula metodologias que possam enriquecer e dinamizar suas aulas, no sentido de conquistar o estudante para o conteúdo trabalhado.

Este trabalho apresenta a sequência de ensino FEDATHI, o aplicativo para dispositivos móveis para o estudo de refração e lentes no ensino médio *LABLENT* como produto educacional desenvolvido e a metodologia utilizada durante a intervenção pedagógica.

Ao professor ou professora que queira se aprofundar sobre a perspectiva teórica, como também ter detalhes do trabalho de dissertação que gerou esse Material Instrucional, e o próprio Produto Educacional, poderá ter acesso a estes, acessando o site do Polo 31 – URCA, do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (<http://www.urca.br/mnpef/index.php/dissertacao-e-produtos>).

Aos que quiserem fazer uso do aplicativo *LABLENT*, ele está disponível de forma gratuita no link https://drive.google.com/file/d/1K55VbHPd7L0YF4MGd_0kPDItOL_LOeiE/view?usp=sharing, no qual deverá ser feito o *download* do pacote e instalado nos dispositivos móveis que usam o sistema operacional *Android*.

A seguir, apresentar-se-á a metodologia de ensino com a sequência FEDATHI e o produto educacional, finalizando com as considerações finais.

METODOLOGIA

Neste capítulo, apresenta-se o caminho metodológico adotado para o desenvolvimento deste trabalho. Adotou-se uma abordagem da pesquisa qualitativa para análise das observações realizadas durante a intervenção pedagógica, e de pesquisa-ação, pelo fato do professor se colocar no papel de pesquisador durante a intervenção pedagógica.

Em seguida, define-se como a sequência pode ser utilizada durante a intervenção pedagógica, planejando-se as ações de acordo com as atividades propostas, seguindo uma sugestão de cronograma de aplicação metodológica para o processo.

Por fim, apresentou-se o produto educacional utilizado no desenvolvimento do trabalho e na intervenção pedagógica, como instrumento facilitador do processo de ensino e aprendizagem.

Assim, professor e estudante poderão verificar os fenômenos envolvidos no experimento, tendo a possibilidade de inferir e propor soluções para o que está sendo observado. Para isso, sugere-se a utilização da sequência de ensino FEDATHI para aplicação dessa ferramenta em sala de aula, sendo todo o processo de intervenção planejado a partir do estudo de teorias de aprendizagem e da investigação de novas metodologias de ensino.

Desse modo, todo esse processo resultará na construção de uma metodologia de ensino para aplicação de ferramentas alternativas e auxiliaadoras no ensino de Óptica relativo aos conteúdos de refração e lentes.

Para a intervenção pedagógica, deve ser utilizada a sequência FEDATHI como metodologia de ensino. Essa metodologia oferece bons resultados quando se observa o que é definido por Borges Neto (2018).

Como sugestão, apresenta-se a sequência das atividades durante a intervenção pedagógica, com as respectivas durações. Ressalte-se que a carga horária total de intervenção para essa metodologia é de 8 horas.

Tabela 3 – Proposta de calendário para aplicação da intervenção pedagógica

Encontro	Quantidade de aulas	Atividade realizada	Conteúdo programado
----------	---------------------	---------------------	---------------------

1º	1	Apresentação do aplicativo <i>Lablent</i> e da metodologia a ser trabalhada. Aplicação de questionário para verificação de conhecimentos anteriores.	-
2º	2	Aplicação da sequência FEDATHI usando o aplicativo <i>Lablent</i> .	Refração da Luz: conceitos básicos
3º	2	Aplicação da sequência FEDATHI usando o texto “Observando o Universo: refração da luz”	Índice de refração e velocidade da luz
4º	2	Aplicação da sequência FEDATHI usando o aplicativo <i>Lablent</i> .	Lentes delgadas
5º	1	Avaliação qualitativa da aprendizagem e avaliação da metodologia aplicada durante a intervenção pedagógica.	Todo o conteúdo estudado

Fonte: Própria autoria (2022).

Assim, a sequência deve ser desenvolvida ao longo das aulas, conforme descrição a seguir:

No primeiro encontro com duração de uma hora deve ser aplicado um questionário prévio, com perguntas diversas sobre metodologias ativas, aprendizagem com o uso de aplicativos para celular e sobre o conteúdo de refração da luz, com o objetivo de perceber entre os estudantes alguma familiaridade com o tema que seria abordado durante a aplicação da intervenção.

Já no segundo encontro com duração de duas horas o professor deve dividir da turma em grupos, de modo que cada um tenha em torno de 5 a 6 estudantes. Após a divisão dos grupos deve ser explicado por parte do professor um breve resumo da metodologia a ser aplicada naquele momento e, em seguida, os estudantes devem baixar, instalar nos seus respectivos dispositivos móveis o arquivo do aplicativo e abrir o mesmo, dando as instruções necessárias para o seu uso. Este encontro deve ser dividido em fases, seguindo a proposta da sequência FEDATHI. Na primeira fase, devem ser expostas 3 situações-problemas para que os grupos pudessem debater internamente, usando na análise o que estava sendo observado no aplicativo. “O que acontece com um raio de luz que atravessa uma lente? Onde é possível observar esse fenômeno? Quais equipamentos podem ser

desenvolvidos para que isso possa acontecer?” Após isso, as equipes se reúnem, debatem e analisam os problemas em busca de solucioná-los. Em seguida, cada grupo deve escolher um relator para apresentar para a turma o que foi discutido e quais seriam as suas respostas para as situações-problema apresentadas. Ao final de cada apresentação, discutem-se as respostas junto a toda a turma, como forma de buscar contribuições e melhorar os conceitos. Por fim, deve ser feito o fechamento adequado da aula por parte do professor com a formalização científica dos conceitos envolvidos.

O terceiro encontro com duração de duas horas deve ser iniciado com uma revisão da aula anterior, destacando os pontos principais e fundamentais, consolidando, assim o conteúdo para os estudantes. Em seguida, após a divisão novamente nos grupos, deve-se distribuir o texto “Observando o Universo: refração da luz”. Esse texto especificamente escolhido se dá pelo fato da intervenção pedagógica planejada e utilizada. A critério do professor pode ser utilizado outro texto para ser trabalhado junto aos estudantes, adaptando-se o planejamento e as atividades relacionadas. Deve-se proporcionar aos estudantes a leitura compartilhada do texto e, em seguida, deve-se apresentar a seguinte questão-problema: *“Como se comporta a velocidade da luz após um raio de luz sofrer refração?”* Em seguida, as discussões internas iniciam-se e a possibilidade de surgimento de dúvidas deve ser incentivada pelo professor, instigando neles outras perguntas para que as mesmas possam ser respondidas pelos próprios estudantes, sem a intervenção direta do professor nas respostas. Após isso, os grupos apresentam para toda a turma as respostas encontradas como solução para os questionamentos. Por fim, o professor pode montar um painel no quadro com as respostas dos grupos para o fechamento, ajustando e confirmando as respostas propostas e apresentadas, finalizando com os conceitos de índice de refração, apresentando uma tabela com alguns valores para cada tipo de material e as respectivas velocidades de propagação da luz.

Para o quarto encontro com duração de duas horas, deve-se iniciar a aula com um breve resumo do que foi trabalhado anteriormente, destacando os aspectos apresentados sobre índice de refração e velocidade da luz, bem como os resultados dos debates realizados. A partir disso, deve ser solicitado aos estudantes que seja aberto o aplicativo *LABLENT* e, em seguida, expôr 4 situações-problemas para que os grupos pudessem debater internamente, usando na análise o que estava sendo

observado no aplicativo. As situações-problemas foram as seguintes: *“O que aconteceu com o feixe de luz após atravessar a lente? Defina quais são as linhas representadas por cores que se destacam. Qual é o significado do símbolo que aparece entre as linhas? Descreva a relação entre esses símbolos e defina que tipo de lente e suas características.”* Com isso, os estudantes devem fazer as suas observações dentro dos grupos, buscando responder às situações apresentadas. Em seguida, os grupos devem apresentar o que foi debatido e discutido internamente para toda a turma. O professor deve incentivar sempre nessa fase que os demais estudantes intervenham nas respostas de modo a complementar algo nas soluções propostas. Por fim, após a apresentação dos resultados alcançados pelos estudantes, deve ser feita uma sistematização dos resultados obtidos e discutido com toda a turma sobre esses resultados, apresentando-se, em seguida, os conceitos de lentes delgadas, os diversos tipos de lentes, correlacionando com os tipos estudados e com relação aos demais instrumentos ópticos que utilizam o princípio das lentes e da refração da luz.

O quinto e último encontro com duração de uma hora deve ser destinado à avaliação do conteúdo trabalhado. A avaliação deve ter uma característica qualitativa com o objetivo de mensurar a aprendizagem dos estudantes, coletando a opinião destes acerca do conteúdo.

O PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional utilizado na pesquisa foi o aplicativo para dispositivos móveis para celular *LabLent*. O aplicativo foi desenvolvido em uma interface de modo a proporcionar um manuseio fácil e interativo por parte do usuário. A seguir, é feita a descrição do aplicativo e como utilizá-lo.

O aplicativo *LabLent* desenvolvido terá uma interface de acesso para um experimento utilizando uma simulação de lente transparente em que o usuário poderá dar um comando inicial de interação. Nesse experimento, o aluno poderá fazer análises em relação à refração da luz e ao caminho que a luz percorrerá.

Figura 30 - Interface de entrada do aplicativo *Lablent* para lente biconvexa.



Fonte: Imagem do aplicativo *Lablent*.

Figura 31 - Interface de entrada do aplicativo *Lablent* para lente bicôncava



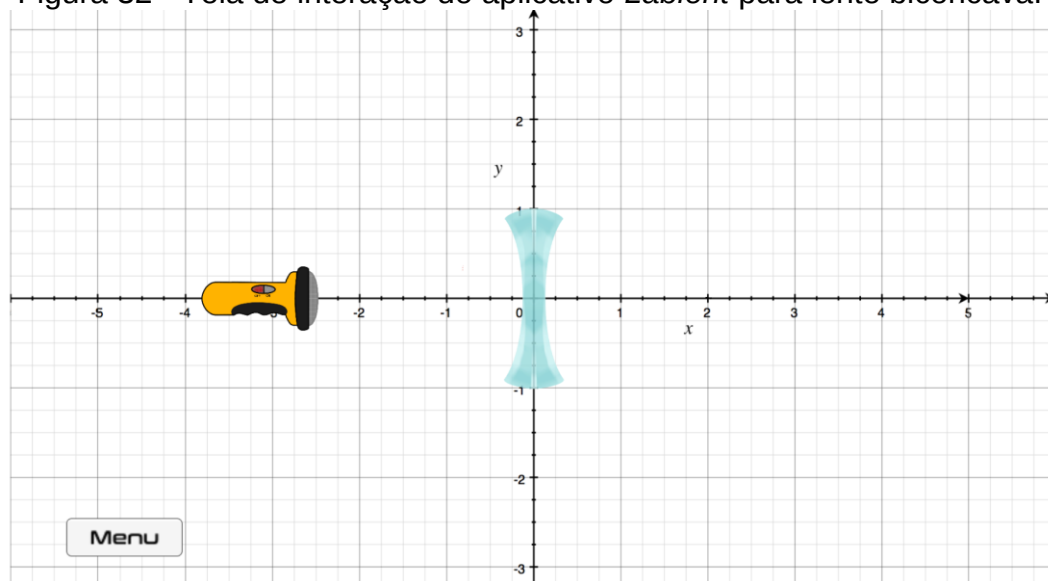
Fonte: Imagem do aplicativo *Lablent*.

Para escolher o tipo de lente, o usuário poderá tocar nos símbolos representados por setas à esquerda ou à direita, passando por uma lente biconvexa (Figura 30) ou lente bicôncava (Figura 31). Após a escolha de qual tipo de lente que

se quer verificar, o usuário deve clicar no botão verde abaixo da imagem da lente escolhida.

Em seguida, irá aparecer a tela de interação do experimento de acordo com a escolha. Ao acessar o experimento, o aluno irá contar com uma interface que irá mostrar um experimento virtual. O usuário irá perceber uma lanterna na frente da lente escolhida na interface inicial. Na Figura 32 o estudante irá interagir com a interface relativa à escolha pela lente bicôncava na Figura 31.

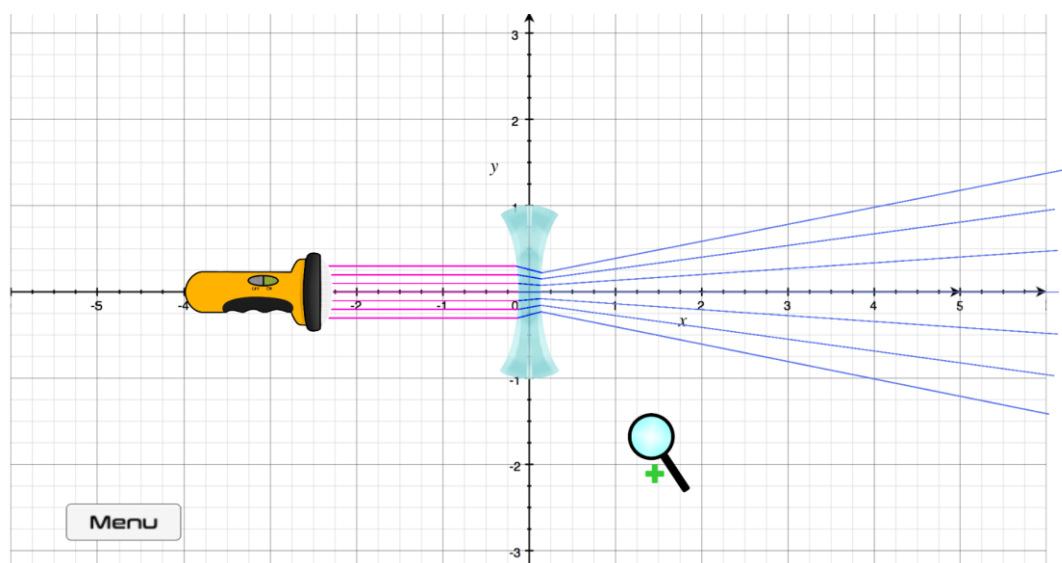
Figura 32 - Tela de interação do aplicativo *Lablent* para lente bicôncava.



Fonte: Imagem do aplicativo *Lablent*.

Ao clicar na lanterna, pode-se visualizar a emergência dos raios de luz da mesma, deslocando-se em linha reta até atingir a lente que, após atravessá-la, trará o comportamento verificado na Figura 33.

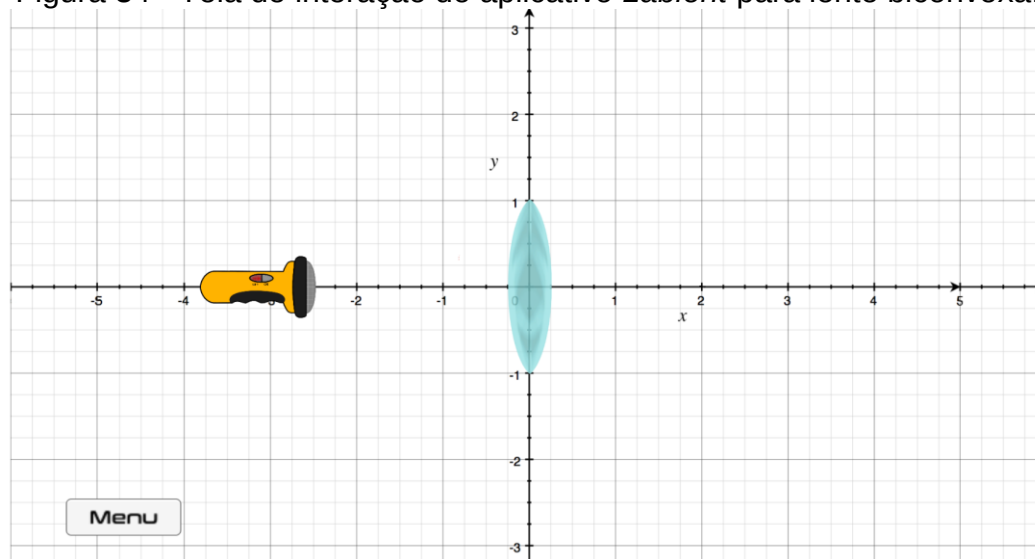
Figura 33 - Tela de interação do aplicativo *Lablent* para lente bicôncava.



Fonte: Imagem do aplicativo *Lablent*

No caso de escolha do usuário da lente biconvexa (Figura 30), o usuário irá acessar o experimento na interface mostrada na Figura 34.

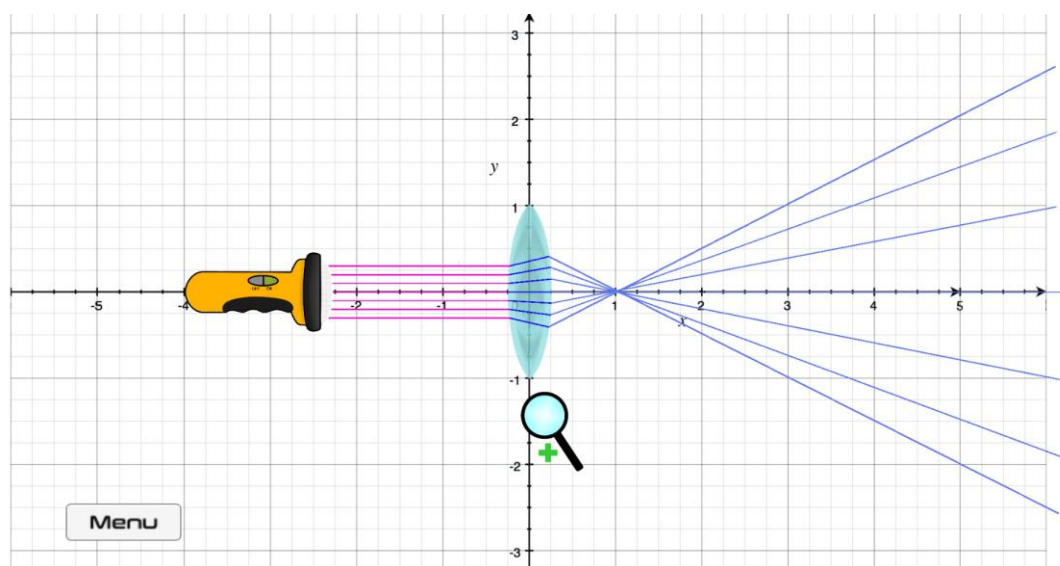
Figura 34 - Tela de interação do aplicativo *Lablent* para lente biconvexa.



Fonte: Imagem do aplicativo *Lablent*

Nesse momento, ao clicar na lanterna, o usuário irá visualizar a emissão dos raios de luz, deslocando-se em linha reta até atingir a lente que, após atravessá-la, trará o comportamento verificado na Figura 35.

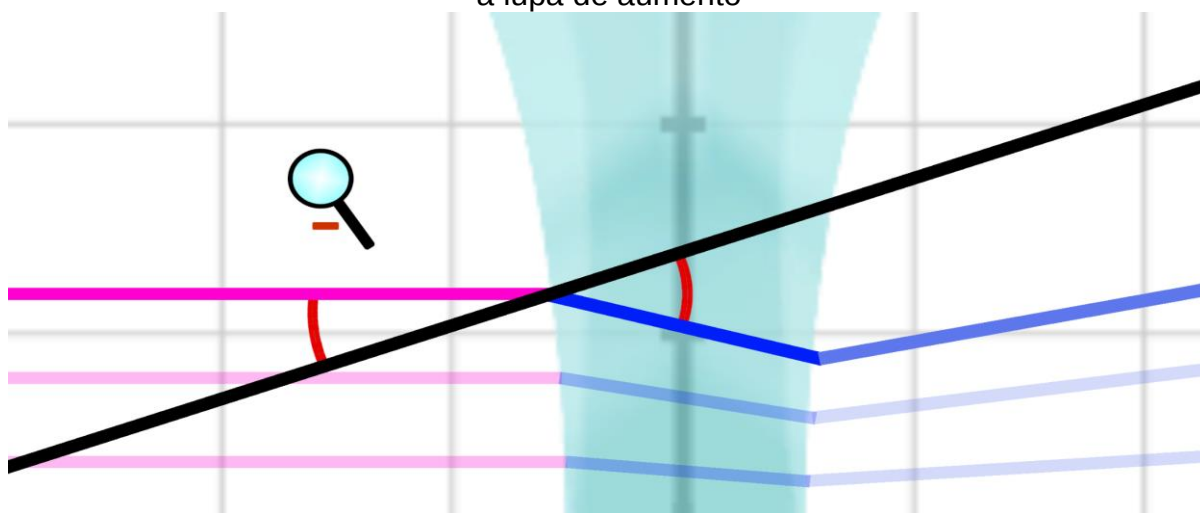
Figura 35 - Tela de interação do aplicativo *Lablent* para lente biconvexa.



Fonte: Imagem do aplicativo *Lablent*

Para cada uma das interações, após a distribuição dos raios atravessando as respectivas lentes, o aplicativo abrirá um ícone que amplia a imagem em um ponto da superfície da lente, de modo a observar o comportamento desses raios na travessia da lente. Para a lente bicôncava, isso pode ser verificado na Figura 36.

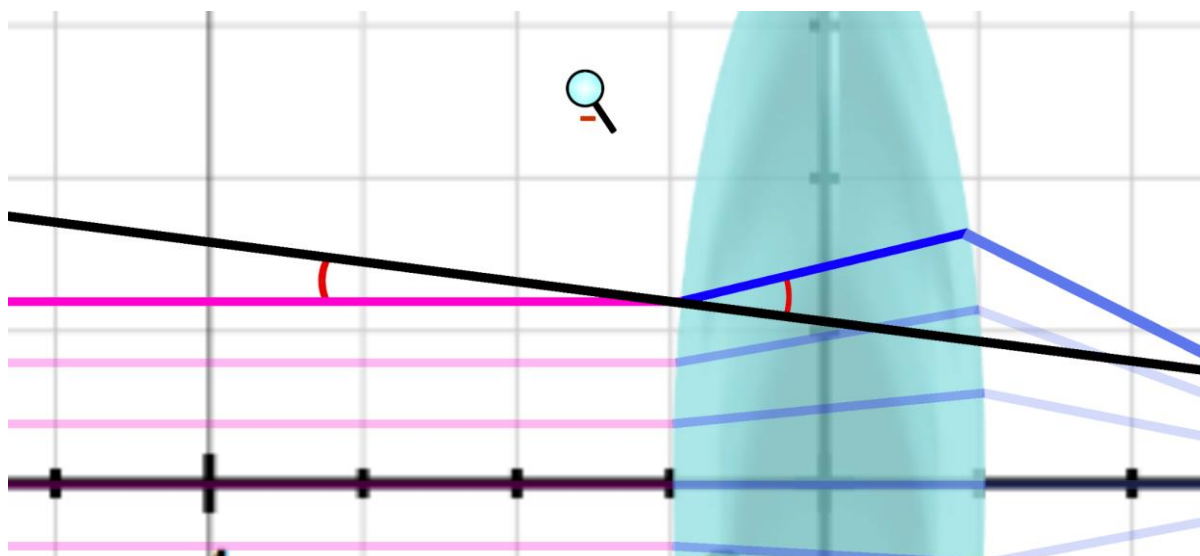
Figura 36 - Tela de interação do aplicativo *Lablent* para lente bicôncava, após tocar a lupa de aumento



Fonte: Imagem do aplicativo *Lablent*.

Já para a lente biconvexa, o comportamento observado é diferente, podendo ser verificado na Figura 37.

Figura 37 - Tela de interação do aplicativo *Lablent* para lente biconvexa, após tocar a lupa de aumento



Fonte: Imagem do aplicativo *Lablent*.

Assim, o objetivo desse aplicativo é a observação por parte do estudante dos fenômenos envolvidos na refração da luz através de uma lente trabalhados em sala de aula. Vale ressaltar que todo esse processo de construção do conhecimento por parte do estudante é feito de forma autônoma, por meio da metodologia FEDATHI, que propõe uma postura diferenciada para professores e estudantes, tornando este como sujeito ativo da sua aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Seguindo-se essa sequência de ações em cada um dos encontros, é possível aferir qualitativamente a participação dos estudantes e como a postura do professor de observador durante o processo de construção do conhecimento dos estudantes pode ser avaliadas positivamente no processo de ensino e aprendizagem.

De fato, a postura dos agentes envolvidos nesse processo deve ser uma postura que todos trabalhem conforme previsto na sequência FEDATHI. Desse modo, é possível inferir que o professor pode lançar mão de pedagogias inovadoras, fazendo uso de metodologias ativas de aprendizagem, sobretudo a sequência FEDATHI, que nos mostra que ela vem para nortear o trabalho do professor em sala de aula, entendendo este como mediador do processo de ensino-aprendizagem do estudante, instigando-o a buscar, pesquisar e entender o conceito envolvido para a elaboração de seu conhecimento.

BIBLIOGRAFIA

AGUIAR, E. V. B. **As Novas Tecnologias e o Ensino-Aprendizagem**. Vértices, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p.63-71, 2008.

BORDANAVE, I. **Estratégias de aprendizagem**. São Paulo: Vozes, 1993.

BORGES NETO, H. B. (Coord.). **Sequência FEDATHI: Uma Proposta Pedagógica para o Ensino de Ciências e Matemática**. Fortaleza, Edições UFC, 2013.

BORGES NETO, H. (org). **Sequência FEDATHI: Fundamentos**. Vol. 03 - Curitiba. CRV, 2018.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. – Brasília, 2002.

CORTELAZZO, A. L. *et al.* **Metodologias Ativas e Personalizadas de Aprendizagem: para refinar seu cardápio metodológico**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2018.

DAMIANI, M. F.; ROCHEFORT, R. S.; CASTRO, R. F.; DARIZ, M. R.; PINHEIRO, S. S. **Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica**. Cadernos de Educação, Pelotas, n. 45, p. 57 - 67, maio/agosto, 2013.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: Óptica e Física Moderna**. Vol. 4, 10 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 12a. ed. Porto Alegre: McGraw-Hill – Bookman, 2015.

MAXIMO, V.; MARINHO, R. A. C. **Intervenção pedagógica no processo de ensino e aprendizagem**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 8208 - 8218, jan. 2021.

MAZUR, E. **Peer instruction: a revolução da aprendizagem ativa**. Porto Alegre: Penso, 2015.

MOURA, B. A. **Isaac Newton e a dupla refração da luz**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, vol. 36, 2020.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica: ótica, relatividade e física quântica**. Vol. 4, 2. ed. São Paulo: Blucher, 2014.

OLIVEIRA, I. R. M.; BASTOS, A. G. L. **Lablent**: aplicativo para dispositivos móveis para o estudo de refração e lentes no ensino médio. Fortaleza, 2022. Disponível para acesso em https://drive.google.com/file/d/1K55VbHPd7L0YF4MGd_0kPDItOL_L0eiE/view?usp=sharing

ORTEGA, D.; MOURA, B. A. **Uma abordagem histórica da reflexão e da refração da luz**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, vol. 42, 2020.

ROONEY, A. **A História da Física**. MBooks: São Paulo, 2013.

SANTANA, A. C. S. **Mão no Bolso**: postura, metodologia ou pedagogia? BORGES NETO, H. (org). **Sequência FEDATHI**: Fundamentos. Vol. 03 - Curitiba: CRV, 2018.

SERWAY, R. A.; JEWETT JR., J. W. **Princípios de Física**: Óptica e Física Moderna. Vol. 4. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

SILVA, A. F. G.; SOUZA, A. I. E.; NOBRE, F. A. S. **Uma experiência de aplicação da sequência FEDATHI no ensino de Física**. BORGES NETO, H. B. (Coord.). **Sequência FEDATHI**: Uma Proposta Pedagógica para o Ensino de Ciências e Matemática. Fortaleza, Edições UFC, 2013.

SOARES, T. A.; NOBRE, F. A. S. **A Contribuição da Sequência de Ensino FEDATHI no Processo de Ensino Aprendizagem em Física**. Revista do Professor de Física, v. 1, n. 2, Brasília, 2017.

SOARES, T. A.; NOBRE, F. A. S. **A Pergunta**. BORGES NETO, H. (org). **Sequência FEDATHI**: Fundamentos. Vol. 03 - Curitiba: CRV, 2018.

SOUZA, M. J. A. **Aplicações da sequência FEDATHI no ensino e aprendizagem da geometria mediado por tecnologias digitais**. Fortaleza. f. 230. Tese (Doutorado)]. Curso de Pós Graduação em Educação. Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, 2010.

SOUZA, M. J. A. **Sequência FEDATHI**: apresentação e caracterização. BORGES NETO, H. B. (Coord.). **Sequência FEDATHI**: Uma Proposta Pedagógica para o Ensino de Ciências e Matemática. Fortaleza, Edições UFC, 2013.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2009.

YAMAMOTO, K.; FUKU, L. F. **Física para o Ensino Médio**: termologia, óptica, ondulatória. Vol. 2. 4. Ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

ANEXO I

Figura 38 - Imagem do texto-base “Observando o Universo: refração da luz”

TEMA
4

Observando o Universo: refração da luz

As lunetas e telescópios permitiram ao ser humano uma melhor compreensão do Universo em que vivem. Registros históricos creditam a construção do primeiro telescópio ao fabricante de lentes holandês Hans Lippershey (1570-1619) que registrou seu produto para uso exclusivo na Holanda. A partir de relatos desse instrumento, o italiano Galileu Galilei (1564-1642) construiu, em 1609, uma luneta que ampliava três vezes (3X) e a apontou para o céu. A partir daí, aperfeiçoou o projeto e construiu um telescópio com capacidade suficiente para ver detalhes do Universo até então desconhecidos, como as quatro luas mais brilhantes de Júpiter (Io, Europa, Calisto e Ganimedes) e as crateras da Lua.

O telescópio construído por Galileu é do tipo refrator, conhecido como luneta, composto por um conjunto de lentes. A refração é uma das propriedades da luz, que iremos estudar a partir de agora.

Refração

Como visto no tema anterior, quando uma luz branca atravessa um prisma, ela sofre decomposição nas cores do arco-íris. O que explica esse fenômeno é a refração da luz, que ocorre toda vez que a luz muda de velocidade de propagação.

No ar, a velocidade de propagação da luz é praticamente igual à que ela tem ao se propagar no vácuo: 300 mil km/s ($c = 3 \cdot 10^5$ km/s), ou seja, em um segundo, ela percorre uma distância de 300 mil km, aproximadamente, 7,5 voltas em torno da Terra, pela linha do equador.

Quando ela passa pelo vidro, sua velocidade diminui, pois este material impõe maiores dificuldades para a propagação, por isso dizemos que o vidro é mais refringente do que o ar.

PHOTO BY DEAGOSTINI/GETTY IMAGES


» Telescópio construído por Galileu Galilei em 1609.

1 Com o avanço da tecnologia, novos telescópios foram desenvolvidos. Faça uma pesquisa sobre o telescópio Hubble. Verifique se é um telescópio de reflexão ou refração. Depois, descubra a razão para ele estar no espaço e qual será seu substituto em breve.

A resposta e o comentário da atividade estão disponíveis no Manual do Professor.

UNIDADE 1 • Matéria energia e vida
39

Fonte: Yamamoto e Fuke (2016).