



**A RECEITA OFTALMOLÓGICA E AS LENTES NECESSÁRIAS PARA
A CORREÇÃO DAS DEFICIÊNCIAS VISUAIS COMO UMA
FERRAMENTA DE ENSINO**

CLEUZA PEREIRA DE OLIVEIRA

Maringá

2020



**A RECEITA OFTALMOLÓGICA E AS LENTES NECESSÁRIAS PARA A
CORREÇÃO DAS DEFICIÊNCIAS VISUAIS COMO UMA FERRAMENTA DE
ENSINO**

Cleuza Pereira de Oliveira

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Polo UEM, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Breno Ferraz de Oliveira

Maringá
Fevereiro/2020

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

O48r

Oliveira, Cleuza Pereira de

A receita oftalmológica e as lentes necessárias para a correção das deficiências visuais como uma ferramenta de ensino / Cleuza Pereira de Oliveira. -- Maringá, PR, 2020. x, 99 f.: il. color., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Breno Ferraz de Oliveira.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Departamento de Física, Programa em Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), 2020.

1. Sequencia didática - Física. 2. Aprendizagem significativa - Física. 3. Lentes delgadas - Oftalmologia - Física. 4. Física - Estudo e ensino. I. Oliveira, Breno Ferraz de, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Exatas. Departamento de Física. Programa em Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). III. Título.

CDD 23.ed. 530.07

**A RECEITA OFTALMOLÓGICA E AS LENTES NECESSÁRIAS PARA A
CORREÇÃO DAS DEFICIÊNCIAS VISUAIS COMO UMA FERRAMENTA DE
ENSINO**

CLEUZA PEREIRA DE OLIVEIRA

Orientador: Prof. Dr. BRENO FERRAZ DE OLIVEIRA

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Estadual de Maringá, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

Prof. Dr. Breno Ferraz de Oliveira
DFI/UEM

Prof. Dr. Mauricio a. Custódio de Melo
DFI/UEM

Prof. Dr. Oscar Rodrigues dos Santos
UTFPR- Campo Mourão

Maringá – PR
Fevereiro/2020

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo DOM que nos concedeste, e pela força que nos deste para prosseguir a caminhada nessa estrada.

Ao prof. Dr. Breno Ferraz de Oliveira, meus sinceros agradecimentos pelo acompanhamento, orientação, disponibilidade, interesse e receptividade com que me recebeu.

À CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

Aos idealizadores do MNPEF, que tornaram esse sonho possível.

Aos colegas de Turma desse mestrado profissional (Arlete Moreira, Pedro Paulo, Pedro Ribeiro, Felipe, Marcos Segale), pelo apoio e pelas trocas de experiências realizadas no decorrer do curso. E também a minha colega de profissão e amiga, Ana Paula Bim, por ter me incentivado a ingressar nesse curso.

Aos professores do mestrado profissional, pela dedicação e excelência que demonstraram no decorrer do curso.

Aos nossos familiares, que durante esta fase de estudo, tanto nos apoiaram, dando-nos possibilidade e tranquilidade para realizá-lo.

E a todos que de maneira direta ou indireta contribuíram para a realização e conclusão deste mestrado.

RESUMO

A RECEITA OFTALMOLÓGICA E AS LENTES NECESSÁRIAS PARA A CORREÇÃO DAS DEFICIÊNCIAS VISUAIS COMO UMA FERRAMENTA DE ENSINO

CLEUZA PEREIRA DE OLIVEIRA

Orientador: Prof. Dr. BRENO FERRAZ DE OLIVEIRA

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Estadual de Maringá, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Apresenta-se uma sequência didática desenvolvida, com a pretensão de fornecer aos alunos fundamentação sobre os conceitos relacionados às lentes delgadas e suas aplicações na correção de deficiências visuais. Usando uma abordagem explícita de alguns conceitos da teoria cognitivista de David Ausubel, para promover uma aprendizagem significativa, na qual a compreensão do processo de ensino se faz necessária para o aluno. Esta sequência didática é parte do produto educacional que integra a dissertação de Mestrado do programa MNPEF (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). Como resultado o objetivo principal foi atingido, pois ao término após a aplicação do produto, os alunos foram capazes de ler uma receita oftalmológica. Este produto pode ser utilizado em aulas de Física (lentes) ou de Biologia (olho humano).

Palavras chave: sequências didáticas; aprendizagem significativa; lentes delgadas.

ABSTRACT

THE OPHTHALMOLOGICAL RECIPE AND THE LENSES NECESSARY TO CORRECT VISUAL DISABILITIES AS A TEACHING TOOL

CLEUZA PEREIRA DE OLIVEIRA

Supervisor

Prof. Dr. BRENO FERRAZ DE OLIVEIRA

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Pólo UEM (MNPEF/UEM), in partial fulfillment for the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

A developed didactic sequence is presented, with the intention of providing students with the foundation on the concepts related to thin lenses and their applications in the correction of visual impairments. Using an explicit approach to some concepts from David Ausubel's cognitive theory, to promote adequate learning, as a comprehension of the teaching process is necessary for the student. This didactic sequence is part of the educational product that integrates the Master's thesis of the MNPEF program (National Professional Master's in Physics Teaching). As a result, the main objective was achieved, since at the end after the application of the product, the students were able to read an ophthalmological prescription. This product can be used in Physics (lenses) or Biology (human eye) classes.

Keywords: didactic sequences; meaningful learning; thin lenses.

Sumário

INTRODUÇÃO.....	1
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	3
1.1 Ensino de Física e o cotidiano.....	3
1.2 Sequências Didáticas.....	4
1.3 Aprendizagem Significativa.....	6
2. DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO	13
2.1 Introdução	14
2.2 Refração	15
2.3 Lei de Snell	17
2.4 Lentes delgadas	18
2.5. Olho humano	23
2.6 Deficiências Visuais	24
2.6.1 Hipermetropia	24
2.6.2 Miopia	25
2.6.3 Presbiopia ou vista cansada	26
2.6.4 Astigmatismo	27
2.6.5 Estrabismo	28
2.6.6 Glaucoma	28
2.6.7 Ceratocone	29
2.6.8 Catarata	29
2.6.9 Daltonismo	29
2.7 Aplicação do pré-teste	30
2.8 Resolução das questões propostas no pré-teste	30
2.9 Desenvolvimento do produto	32
2.10 Aplicação do pós-teste	48
2.11 Resolução das questões propostas no pós-teste	48
3. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	50
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
4.1 Análise das respostas dos alunos	52
4.1.1 Análise das respostas das questões do pré-teste	52
4.1.2 Análise das respostas das questões do pós-teste	59
4.1.3 Comparação das respostas das questões semelhantes do pré-teste e do pós-teste	66
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
Referências Bibliográficas	72
6. APÊNDICE: PRODUTO EDUCACIONAL	76

Figuras da dissertação

Figura 1 – Refração	16
Figura 2 – Lei de Snell	17
Figura 3 – Luz sendo refratada em dois meios materiais, atravessando uma lente convergente.....	18
Figura 4 – Luz sendo refratada em dois meios materiais, atravessando uma lente convergente	19
Figura 5 – Comportamento de um feixe de luz atravessando uma lente divergente	20

Figura 6 – Comportamento de um feixe de luz atravessando uma lente convergente.....	21
Figura 7 – O olho humano	23
Figura 8 – Hipermetropia corrigida por uma lente convergente	25
Figura 9 – Miopia corrigida por uma lente divergente	25
Figura 10 – Presbiopia corrigida por lente convergente	26
Figura 11 – Astigmatismo corrigido por lente cilíndrica	27
Figura 12 – Aparência do lápis torto no copo com água	33
Figura 13 – A Lei de Snell para refração	34
Figura 14 – Lentes acrílicas convergentes e divergentes.....	35
Figura 15a – Raios de luz atravessando uma lente convergente.....	35
Figura 15b – Raios de luz atravessando uma lente divergente	35
Figura 16 – Anatomia da visão humana	36
Figura 17 – Correção da miopia feita por lentes divergentes	38
Figura 18 – Correção da hipermetropia feita por lentes convergentes	38
Figura 19 – Olho com astigmatismo	39
Figura 20 – Correção do astigmatismo feita com lentes cilíndricas	40
Figura 21 – Correção da presbiopia feita por lentes convergentes	41
Figura 22 – Olho com estrabismo	42
Figura 23 – Correção do estrabismo feita por lentes prismáticas	43
Figura 24 – Olho com glaucoma	44
Figura 25 – Olho com ceratocone	44
Figura 26 – Olho com catarata	45
Figura 27 – Raios de luz atravessando olho com catarata	45
Figura 28 – Tipos de daltonismos	46
Figura 29 – Placas de trânsito vistas por pessoas com os tipos de daltonismos	47
Figura 30 – Respostas dos alunos da questão 1 no pré-teste	53
Figura 31 – Respostas dos alunos da questão 2 no pré-teste	54
Figura 32 – Respostas dos alunos da questão 5 no pré-teste	55
Figura 33 – Respostas dos alunos da questão 5 no pré-teste	56
Figura 34 – Respostas dos alunos da questão 5 no pré-teste	56
Figura 35 – Respostas dos alunos da questão 5 no pré-teste	57
Figura 36 – Respostas dos alunos das questões 1 e 2 no pós-teste	60
Figura 37 – Resposta dos alunos na questão 2 no pós-teste	61
Figura 38 – Resposta dos alunos na questão 3 no pós-teste	63
Figura 39 – Resposta dos alunos na questão 4 no pós-teste	64

FIGURAS DO PRODUTO EDUCACIONAL

Figura 1 – Imagem do lápis torto no copo com água	81
Figura 2 – Refração.....	83
Figura 3 – Lei de Snell.....	85
Figura 4a – Luz refratada em dois meios materiais ar e lente convergente.....	86
Figura 4b – Luz refratada em dois meios materiais ar e lente divergente.....	86
Figura 5 – Comportamento de feixes de luz atravessando lente convergente.....	86
Figura 6 – Comportamento de feixes de luz atravessando lente divergente.....	87
Figura 7 – Olho humano.....	88
Figura 8 – Hipermetropia corrigida por uma lente convergente.....	89
Figura 9 – Miopia corrigida por uma lente divergente.....	89
Figura 10 – Presbiopia corrigida por uma lente convergente.....	90

TABELAS DA DISSERTAÇÃO

Tabela 1 – Índices de refração de diferentes materiais.....	21
Tabela 2 – Exemplo de receita oftalmológica de uma pessoa com miopia, usada no questionário 1 do pré-teste	22
Tabela 3 – Exemplo de receita oftalmológica de uma pessoa com hipermetropia ou presbiopia	25
Tabela 4 – Exemplo de receita oftalmológica de uma pessoa com miopia	26
Tabela 5 – Exemplo de receita oftalmológica de uma pessoa com presbiopia	27
Tabela 6 – Exemplo de receita oftalmológica de uma pessoa com astigmatismo	28
Tabela 7 – Exemplo de receita para uma pessoa com Hipermetropia e Astigmatismo.....	28
Tabela 8 – Exemplo de receita para pessoa com miopia usada no questionário 1 do pré-teste.....	30
Tabela 9 – Exemplo de receita oftalmológica de uma pessoa com miopia e astigmatismo, usada no questionário 2 do pós-teste	48
Tabela 10 – Classificação das respostas dos alunos no pré-teste	57
Tabela 11 – Classificação das respostas dos alunos no pós-teste	64
Tabela 12 – Comparação das respostas das questões semelhantes do pré-teste e do pós-teste	67

TABELAS DO PRODUTO EDUCACIONAL

Tabela 1 – Receita oftalmológica para pessoa com miopia usada no questionário 1 do pré-teste.....	79
Tabela 2 – Receita oftalmológica para uma pessoa com Hipermetropia ou Presbiopia.....	93
Tabela 3 – Receita oftalmológica para uma pessoa com Astigmatismo.....	93
Tabela 4 – Receita oftalmológica para uma pessoa com Hipermetropia e Astigmatismo.....	93
Tabela 5 – Receita oftalmológica para uma pessoa com Presbiopia.....	93
Tabela 6 – Receita oftalmológica para uma pessoa com Presbiopia e Astigmatismo.....	94
Tabela 7 – Receita oftalmológica de uma pessoa com miopia e astigmatismo, usada no questionário 2 do pós-teste.....	94
Tabela 8 – Receita oftalmológica para pessoa com miopia usada no questionário 1 do pré-teste.....	95
Tabela 9 – Receita oftalmológica de uma pessoa com miopia e astigmatismo, usada no questionário 2 do pós-teste	96

INTRODUÇÃO

Fiz a inscrição para a vaga no MNPEF, com a expectativa de ampliar meus conhecimentos físicos e produzir algum material que possa contribuir, não só a mim mesma, como outros profissionais que vejo a minha volta trabalhando a Física de forma mecânica e muito teórica. Pretendo desenvolver um trabalho voltado para os conceitos da Física que são utilizados na vida cotidiana das pessoas, como os que estão descritos em uma receita oftalmológica, e que ao término de seu desenvolvimento e aplicação, possibilitem aos alunos, a leitura correta de uma receita oftalmológica e a compreensão dos fenômenos físicos envolvidos.

Na produção da dissertação serão necessários a abordagem de ramos da Física relacionados os conceitos inclusos em uma receita oftalmológica, como a Óptica Geométrica. Mas especificamente as Lentes Delgadas, que precisam ser entendidas para realizar o trabalho pretendido. Assim como, a anatomia e fisiologia do o olho humano, que pode ser considerado um sistema óptico, e as diversas deficiências que podem ser corrigidas por lentes, e algumas outras deficiências que não podem.

Neste sentido, será produzida uma sequência didática baseada na Sequência Didática de Zabala. Que demonstra a importância de se ordenar, articular, e relacionar entre si, as atividades, que o professor estabelece ao planejar o ensino de um conteúdo, com o objetivo de alcançar uma aprendizagem efetiva de seus alunos.

Norteados pela Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel escrita pelos autores Marco Antonio Moreira e Elcie F. S. Massini. Baseia-se no conhecimento prévio do aluno, chamado de subsunçores. Enfatiza, que os conhecimentos adquiridos, anteriormente ao ensino aprendizagem, são conceitos relevantes na estrutura cognitiva do aluno, permitindo que se construa novos subsunçores ou modifique os velhos. Sua teoria cognitivista, descreve, em linhas gerais, o que sucede quando o ser humano se situa, organizando o seu mundo, de forma a distinguir sistematicamente o igual do diferente (Moreira & Masini, 1082, apud, Novak, 1977a).

O documento está organizado como se segue: O capítulo 1 descreve A fundamentação teórica. O capítulo 2 descreve o desenvolvimento do produto, O capítulo 3 trás a descrição das atividades desenvolvidas. O capítulo 4 descreve os Resultados e Discussões. O capítulo 5 descreve as Considerações Finais. E o capítulo 6 trás o Apêndice com o Produto Educacional.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Ensino de Física e o Cotidiano

A Física é uma ciência, considerada por muitos, como algo de difícil entendimento, causando temor e abominação em muitas pessoas. E como disciplina no currículo, não é diferente, grande parte dos estudantes a considera como um bicho de sete cabeças. Por isso, vários autores buscam abordar conceitos da Física de forma simples, com uma linguagem transparente e objetiva, usando o cotidiano do aluno para propiciar da melhor forma, o entendimento desses conceitos.

Constatando que muitos conceitos de Física são aplicados no cotidiano das pessoas, esse, apresenta-se como um espaço informal para o aprendizado, trazendo muitas oportunidades para explorar conceitos, tais como: propagação de calor, eletricidade, óptica, entre outros. Analisando essas temáticas em livros paradidáticos observa-se uma busca constante em aproximar a Física da rotina de todos os indivíduos. As temáticas se tornam interessantes, envolventes, mais conceituais e mais compreensíveis.

Muitos pensam que a Física é algo a ser realizado em um laboratório de pesquisa. “A física e seus problemas existem no mundo real e cotidiano onde vivemos, trabalhamos, amamos e morremos” (WALKER, 2001, p. 21). Percebe-se que o autor preocupa-se evidenciar que a Física está participando da vida de todos, independentemente, se é reconhecida ou não neste convívio.

Segundo Silva (2008), todos os indivíduos sendo acadêmicos, ou não, não devem se contentar apenas com crenças populares, devem questionar o que existe, esta problematização nos aproxima do saber epistemológico.

Para a construção do saber científico torna-se indispensável ter um objetivo existente, como a capacidade para resolver problemas e usufruir da imaginação para a elaboração de hipóteses. A apropriação do conhecimento científico é de grande importância no mundo em que vivemos (D’Espindola 2009).

No que diz respeito ao termo aprendizagem, Ghedin e Macedo, (2012, p.119) ressaltam que:

(...), o termo aprendizagem é bastante comum entre as pessoas, sempre nos deparamos com alguma pessoa se referindo implícita ou explicitamente, demonstrando que conhecem o sentido do termo, sobretudo quando relatam que alguém aprendeu algo. Uma concepção errônea a respeito deste conceito, refere-se à educação, quando o termo se remete somente ao âmbito escolar. Uma vez que a aprendizagem está além deste limite.

Segundo Ghedin e Macedo (2012), com a evolução tecnológica e científica e o fato de os jovens terem uma capacidade de aprendizado rápida, tanto os ambientes formais e não formais podem contribuir para a aprendizagem científica. Para isso, os profissionais da educação, devem estar cientes de que a ciência pode ser estudada nesses ambientes variados e o quanto esses ambientes enriquecem os alunos.

De acordo com Ghedin e Macedo (2012), os ambientes informais são de grande valor para as abordagens metodológicas das Ciências Naturais, permite que o sujeito indague a respeito das diversas inquietações acerca do mundo que os rodeia. Sendo assim, o ser humano pode influenciar e ser influenciado pelo meio que o cerca, e suscetível a Física, ciência que faz parte do meio.

Por fim, não podemos desvincular o conhecimento científico da realidade vivida pelo aluno. O ponto de partida não seria propriamente o cotidiano, mas a análise crítica deste, e se completa com o retorno a essa realidade com os novos conhecimentos que permitam não apenas a compreensão, mas amplie a relevância dos saberes escolares na vida cotidiana dos nossos alunos. Para que o ensino se mostre eficiente e o aprendizado significativo, é importante considerar alguns pontos fundamentais, como, o conhecimento prévio dos alunos, sobre o que se pretende ensinar, e a partir destes contextualizar as discussões e potencializar seus rendimentos.

1.2 Sequência Didática

Uma sequência didática, ordena, articula e relaciona entre si, uma série de atividades, que o professor estabelece ao planejar o ensino de um conteúdo, com o objetivo de alcançar uma aprendizagem efetiva de seus alunos. Essas atividades, envolvem debates, exposição de um tema, a observação, resolução de problemas, avaliação, entre outras. É uma forma de estruturar os conteúdos em um tema e, esse a outros, que torna o aprendizado significativo e dá sentido ao trabalho realizado em sala de aula (ZABALA, 1998).

Segundo Zabala (1998), os tipos de atividades, e sobretudo sua maneira de articular, são um dos traços diferenciais que determinam a especificidade de muitas propostas didáticas. Isso significa que ao analisar uma proposta didática, deve-se levar em consideração, não só os tipos de atividades que lhes são propostas, mas também a forma como estas estão estruturadas.

Zabala (1998), argumenta que:

A exposição de um tema, a observação, o debate, as provas, os exercícios, as aplicações, etc., podem ter um caráter ou outro segundo o papel que se atribui, em cada caso, aos professores e alunos, à dinâmica grupal ou aos materiais utilizados. Mas [...]. A maneira de situar algumas atividades em relação a outras, e não apenas o tipo de tarefa, é um critério que permite realizar algumas identificações ou caracterizações preliminares da forma de ensinar.

De acordo com Zabala (1998), os tipos de relações que se estabelecem na aula entre professores e alunos, e entre os próprios alunos, são fundamentais na configuração do clima de convivência e, portanto, de aprendizagem. Mas a opção de começar pela sequência se justifica, tal como:

Levamos em conta a importância capital das intenções educacionais na definição dos conteúdos de aprendizagem e, portanto, do papel das atividades que se propõem. Desta forma, haverá uma grande diferença entre o ensino que considere o conteúdo de aprendizagem, por exemplo, a observação dos fenômenos naturais, e o que situe num lugar de destaque as atitudes, ou determinadas habilidades sociais, o que determinará um tipo de conteúdo, algumas atividades e, sobretudo, um tipo de sequência.

Para Zabala (1998), não há necessidade de avaliar determinados métodos, mas os instrumentos, que permitem introduzir nas diferentes formas de intervenção, aquelas atividades que possibilitem, uma melhora de nossa atuação nas aulas.

Assim, a pergunta que devemos nos fazer, antes estabelecer uma sequência, é se esta, é mais ou menos apropriada, ao que queremos, e analisar, quais são os argumentos que nos permitem fazer essa avaliação.

Este conhecimento nos permite estabelecer uma série de perguntas ou questões acerca das diferentes sequências didáticas, com o objetivo de reconhecer sua validade e de nos facilitar pistas para reforçar algumas atividades ou acrescentar outras novas. Zabala (1998), ressalta ainda que as perguntas podem ser feitas de seguinte forma:

Na sequência didática existem atividades:

- a) que nos permitam determinar os *conhecimentos prévios* que cada aluno tem em relação aos novos conteúdos de aprendizagem?
- b) cujos conteúdos são propostos de forma que sejam *significativos e funcionais* para os meninos e as meninas?
- c) que possamos inferir que são adequadas ao nível de *desenvolvimento* de cada aluno?
- d) que representem um desafio alcançável para o aluno, quer dizer, que levam em conta suas competências atuais e as façam avançar com a ajuda necessária; portanto, que *permitam criar zonas de desenvolvimento proximal* e intervir?
- e) Que provoquem um *conflito cognitivo* e promovam a *atividade* mental do aluno, necessária para que estabeleça relações entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios?
- f) Que promovam uma *atitude favorável*, quer dizer, que sejam motivadoras em relação à aprendizagem dos novos conteúdos?
- g) Que estimulem a *auto-estima* e o *autoconceito* em relação às aprendizagens que se propõem, quer dizer que o aluno possa sentir que um certo grau aprendeu, que seu esforço valeu apenas?
- h) Que ajudem o aluno a adquirir habilidades relacionadas com o aprender a aprender, que lhe permitam ser cada vez mais autônomo em suas aprendizagens?

Utilizando essas perguntas, é possível utilizar uma unidade didática mais condizente ao trabalho que se pretende realizar. Na elaboração de uma sequência didática, deve-se levar em consideração, a forma que o estudante aprende e sua relação com as atividades propostas, assim como o processo de avaliação e suas consequências. Para isso, optou-se em utilizar a teoria da aprendizagem significativa.

1.3. Aprendizagem Significativa (David Ausubel)

A teoria Aprendizagem Significativa, baseia-se no conhecimento prévio do aluno, ou seja, aquilo que ele já sabe ou trás na bagagem de conhecimentos adquiridos, anteriormente ao ensino aprendizagem que está acontecendo. Sua teoria é cognitivista, descreve, em linhas gerais, o que sucede quando o ser humano se situa, organizando o seu mundo, de forma a distinguir sistematicamente o igual do diferente. E o papel da interação professor aluno, é sem dúvida importante, para que, a partir dos subsunçores,¹ conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aluno, construa novos subsunçores ou modifique os velhos. A aprendizagem é dinâmica, pois ela é uma interação entre aluno e professor, a partir do conhecimento prévio que o aluno tem (Moreira & Masini, 1982, apud, Novak, 1977a).

Para Ausubel, a aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto indispensável da estrutura de conhecimento do indivíduo. Nesse processo, a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específico, a qual Ausubel define como conceitos subsunçores ou, simplesmente subsunçores (*subsumers*), existentes na estrutura cognitiva de quem aprende. Ausubel vê o armazenamento de informações no cérebro humano como algo altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados (assimilados) a conceitos mais gerais e inclusivos. Essa estrutura cognitiva, é uma estrutura hierárquica de conceitos, que são abstrações da experiência do indivíduo (Moreira & Masini, 1982, p.7-8).

Nos conteúdos referentes à Física, por exemplo, se os conceitos de força e campo, já existem na estrutura cognitiva do aluno, eles servirão de subsunçores para novas informações referentes a certos tipos de força e campos, como a força e o campo eletromagnéticos. Este processo de ancoragem da nova informação resulta do crescimento e modificação dos conceitos nos subsunçores para novas informações relativas a força e campos (Moreira & Masini, 1982).

1.3.1 Aprendizagem Mecânica

¹ Subsunçores, do inglês *subsumer* (inseridor, facilitador, subordinador).

Ausubel, define como aprendizagem mecânica (*rote learning*) a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma associação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Dessa forma, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária. E não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada. Essa informação fica arbitrariamente distribuída na estrutura cognitiva sem ligar-se a conceitos em subsunçores específicos. Como exemplos, temos a aprendizagem de pares de sílabas sem sentido e a simples memorização de equações, leis, e conceitos, em Física, embora se possa argumentar que algum tipo de associação ocorrerá nesse último caso. Ausubel não estabelece a distinção entre a aprendizagem significativa e mecânica como sendo uma dicotomia, e sim como um continuum². E essa distinção não deve ser confundida com a que há entre aprendizagem por descoberta e aprendizagem por recepção. Segundo Ausubel, na aprendizagem por recepção o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final, enquanto que na aprendizagem por descoberta o conteúdo principal a ser aprendido é descoberto pelo aprendiz. Entretanto, após a descoberta em si, a aprendizagem só é significativa se o conteúdo descoberto se ligar a conceitos subsunçores relevantes já existentes na estrutura cognitiva. Ou seja, quer por recepção ou descoberta, a aprendizagem é significativa, segundo a concepção ausubeliana, se a nova informação se incorporar de forma não arbitrária à estrutura cognitiva (Moreira & Masini, 1982, p. 8-9).

1.2. Subsunçores

Quando o indivíduo não tem um conhecimento prévio necessário como âncora para outro subsequente, será necessária a aprendizagem mecânica. Neste caso, a aprendizagem mecânica ocorre até que alguns elementos do conhecimento, relevantes a novas informações na mesma área, existam na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores, ainda que pouco elaborados. À medida que a

² Continuum, derivada do latim, significa contínuo (uma série de acontecimentos sequenciais e ininterruptos).

aprendizagem começa a ser significativa, esses subsunçores vão ficando cada vez mais capazes de ancorar novas informações (Moreira & Masini, 1982, pag.12).

Além da aprendizagem mecânica, em crianças pequenas, os conceitos são adquiridos principalmente mediante um processo conhecido como *formação de conceitos*, o qual envolve generalizações de instâncias específicas. E quando atingir a idade escolar, a maioria das crianças já possuem um conjunto adequado de conceitos que permitam a ocorrência da aprendizagem significativa por recepção. E sequencialmente, ainda que ocorra a formação de conceitos, a maioria dos novos é adquirida por meio de assimilação, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa de conceitos (Moreira, 1982, apud, Novak, 1977b).

Segundo, Moreira & Masini (1982), Ausubel, recomenda o uso de organizadores prévios que sirva de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem subsequente. Esses organizadores prévios seriam materiais introdutórios apresentados antes do próprio material a ser aprendido. E segundo o próprio Ausubel, a principal função de um organizador prévio é a de servir como ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa.

1.3. Condições para a Ocorrência da Aprendizagem Significativa

Segundo Ausubel (1968, pp.37-41), a essência do processo de aprendizagem significativa está em que ideias simbolicamente expressas, sejam relacionadas de maneira não arbitrária e substantiva (não literal) ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto relevante da sua estrutura de conhecimento. A aprendizagem significativa pressupõe que:

a) o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para o aprendiz, relacionável a sua estrutura de conhecimento de forma não arbitrária e não literal (substantiva);

b) o aprendiz manifeste uma disposição ao relacionar o novo material de maneira substantiva e não-arbitrária a sua estrutura cognitiva.

Essas condições dependem, de dois fatores principais, quais sejam, a natureza do material a ser aprendido e a natureza da estrutura cognitiva do aprendiz, de modo que possa ser relacionada, de forma substantiva e não arbitrária, a ideias correspondentemente relevantes, que se situem dentro do domínio da capacidade humana de aprender. Já a estrutura cognitiva do aprendiz, nela deve estar disponível os conceitos subsunçores específicos com os quais o novo material é relacionável (Moreira & Masini, 1982, p.13-14).

1.4. Evidência da Aprendizagem Significativa

Moreira & Masini, (1982), afirmam que, do ponto de vista de Ausubel, a compreensão genuína de um conceito ou proposição implica a posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis, caso contrário, pode-se obter apenas respostas mecanicamente memorizadas. Ainda argumenta que uma longa experiência em fazer exames, faz com que os alunos se habituem a memorizar não só as proposições, mas também causas, exemplos, explicações e maneiras de resolver problemas típicos. Propõe, então, que, ao se procurar evidências de compreensão significativa, a melhor maneira de evitar a simulação da aprendizagem significativa é utilizar questões e problemas que sejam novos, não familiares e requeiram máxima transformação do conhecimento existente (Moreira & Masini, 1982, p.14-15).

Segundo, Moreira & Masini (1982, p.15), soluções de problemas, é uma maneira eficiente de testar a evidência da aprendizagem significativa. Mas Ausubel, chama a atenção para o fato de se o aprendiz não é capaz de resolver um problema, isso não significa que, necessariamente, que ele só tenha memorizado os princípios e conceitos relevantes à solução de problema, pois esta implica também, certas habilidades além da compreensão. Sugere também outras possibilidades como, por exemplo, solicitar aos estudantes que diferenciem ideias relacionadas diferentes

entre si, ou propor ao aprendiz uma tarefa de aprendizagem, sequencialmente dependente de outra, que não possa ser executada sem um perfeito domínio da precedente.

1.5. Aprendizagem Superordenada

Segundo Moreira & Masini (1982), é a aprendizagem que se dá, quando um conceito potencialmente significativo, mais geral do que ideias ou conceitos já estabelecidos na estrutura cognitiva, é adquirido a partir destes, e passa a assimilá-los. Ou seja, à medida que ocorre a aprendizagem significativa, além da elaboração dos conceitos subsunçores, é também possível a ocorrência de interações entre esses conceitos. Por exemplo, à medida que uma criança desenvolve os conceitos de cão, gato, leão etc., ela pode, mais tarde, aprender que todos esses são subordinados ao de mamíferos. À medida que o conceito de mamífero é desenvolvido, os previamente aprendidos assumem a condição de subordinados e o de mamífero representa uma aprendizagem superordenada (Novak, 1976).

1.6. Hierarquias Conceituais

Para Ausubel, cada disciplina acadêmica possui uma estrutura articulada e hierarquicamente organizada de conceitos que constitui o sistema de informação dessa disciplina, de modo que esses conceitos estruturais podem ser identificados e ensinados a um aluno, constituindo para ele um sistema de processamento de informações, que pode ser usado para analisar o domínio particular da disciplina e nela resolver problemas (Moreira & Masini, 1982, p. 23-24).

Posteriormente, o desenvolvimento de conceitos procede-se da melhor forma quando os elementos mais gerais e inclusivos de um conceito são introduzidos em primeiro lugar e, então, este é progressivamente diferenciado, em termos de detalhe e especificidade.

Moreira & Masini (1982), Novak (1977) argumentam que, para atingir-se a reconciliação integrativa de forma mais eficaz, deve-se organizar o ensino descendo e subindo nas estruturas conceituais hierárquicas, à medida que a nova informação é apresentada.

2. DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

Um dos requisitos exigidos pelo programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Ensino de Física é a elaboração de um produto educacional, que seja aplicado no ensino fundamental ou médio para validade o mesmo. Dessa forma dando continuidade ao trabalho desenvolvido com esta pesquisa, evitando assim que ela termine com a apresentação da dissertação, pois que o também fica disponível separadamente do corpo da dissertação para ser utilizado por professores em sala de aula para desenvolver esse trabalho com seus alunos.

Este material de apoio para o professor descreve uma sequência didática, na qual se propõe trabalhar com alunos da segunda série do Ensino Médio conceitos relevantes sobre lentes esféricas delgadas e suas aplicações na correção de deficiências visuais

2.1 Introdução

Uma receita oftalmológica, trás descritos e explícitos vários conceitos físicos relacionados à Óptica Geométrica. Que os técnicos oftálmicos utilizam na produção das lentes corretoras das várias deficiências visuais. Mas, os pacientes desconhecem esses conceitos físicos e não conseguem entender o que as receitas trazem descritas sobre as deficiências que possuem. A dificuldade de pessoas leigas, entenderem os conceitos físicos presentes em uma receita oftalmológica, foi a inspiração para a produção e aplicação desse material.

Existem vários conceitos físicos relacionados à óptica geométrica, necessários para conhecer e entender uma receita oftalmológica. Nesse sentido, se faz necessário conhecer os conceitos de refração, a Lei de Snell, lentes delgadas, a anatomia e fisiologia do olho humano e as deficiências visuais.

Na próxima seção será abordado a refração, que é um conceito inerente para o entendimento do funcionamento de uma lente. Seguida de outras seções com

outros conceitos relacionados, como a Lei de Snell que rege a refração, as lentes delgadas necessárias para ocorrência do fenômeno da refração, da anatomia e fisiologia do olho humano e a relação com o fenômeno da refração e das deficiências visuais.

Para Moreira (2008), para que ocorra a aprendizagem significativa, é necessário fazer uma investigação prévia dos conceitos já aprendidos pelos nossos alunos, que servirá como uma ponte para as novas ideias e informações a serem aprendidas e retidas em suas estruturas cognitivas.

Nesse sentido, propõe-se aplicação de um pré-teste para investigar os conceitos já estabelecido no cognitivo dos alunos, e após a explanação dos conceitos necessários para o entendimento de uma receita oftalmológica, ocorrerá aplicação de um pós-teste para verificar se aprendizagem foi significativa.

2.2 Refração

A velocidade da luz em um meio transparente, tal como o ar, a água ou vidro, é menor que a velocidade $c = 3 \times 10^8$ m / s, que é a velocidade no vácuo. Um meio transparente é caracterizado pelo **índice de refração**, n , que é definido como a razão entre a velocidade de luz no vácuo, c , e a velocidade no meio, v :

$$n = c / v \quad (1)$$

Para a água, $n = 1,33$, enquanto para o vidro n varia na faixa de aproximadamente 1,50 até 1,66, dependendo do tipo de vidro. O índice de refração do ar é de aproximadamente 1,0003, então para vários propósitos pode-se assumir que a velocidade da luz no ar é a mesma que a velocidade da luz no vácuo.

Quando um feixe de luz atinge a superfície da fronteira de separação entre dois meios diferentes, tal como a interface ar-vidro, parte de energia luminosa entra no segundo meio e outra parte é refletida. Se a luz incidente não é perpendicular à superfície, o feixe transmitido não é paralelo ao feixe incidente. A luz sofre um desvio. Ocorre uma mudança na velocidade de propagação da luz. Esse fenômeno é chamado de **refração**.

Na Figura 1, o raio que chega até a superfície é chamado de raio incidente, que forma o ângulo θ_1 com a normal, e o raio que entra no vidro é chamado de raio refratado, que forma o ângulo θ_2 , com a normal, esse ângulo é chamado de ângulo de refração. Quando uma onda cruza uma fronteira na qual a velocidade da onda é reduzida, como no caso da luz entrando no vidro a partir do ar, o ângulo de refração θ_2 é menor que o ângulo de incidência θ_1 , como mostrado na Figura 1, o raio refratado é curvado em direção à normal. Se por outro lado, o feixe de luz originado no vidro é refratado no ar, o raio refratado é curvado para longe da normal (TIPLER, 2006, p. 380 e 381).

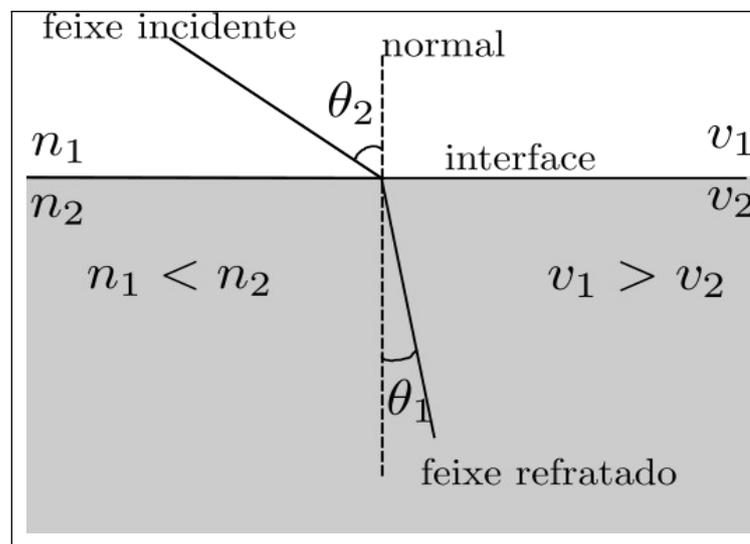


Figura 1- Desenho esquemático representando o fenômeno da refração.
Fonte: O autor

O ângulo de refração θ_2 depende do ângulo de incidência e da velocidade relativa das ondas de luz nos dois meios. Se v_1 é a velocidade da onda no meio incidente e v_2 é a velocidade da luz no meio de transmissão, os ângulos de incidência e de refração estão relacionados por:

$$(1 / v_1) \text{ sen } \theta_1 = (1 / v_2) \text{ sen } \theta_2 \quad (2)$$

A equação (2) é válida para refração de qualquer tipo de onda incidente sobre a fronteira que separa dois meios. Multiplicando a equação (2) por c , obtém-se

$$n_1 \text{ sen } \theta_1 = n_2 \text{ sen } \theta_2 \quad (3)$$

Esse resultado é conhecido como lei de Snell ou lei da refração.

2.3 Lei de Snell

O resultado da equação (3), foi determinado experimentalmente em 1621 pelo cientista holandês Willebrord Snell. E também foi encontrado independentemente, alguns anos depois, pelo matemático e filósofo francês René Descartes.

Para obter a Lei de Snell, pode-se usar o princípio de Huygens para refração, que descreve que cada ponto sobre uma frente de onda primária serve como uma fonte de ondas esféricas secundárias que avançam com velocidade e frequência iguais às da onda primária. A frente de onda primária em algum tempo adiante é o envelope dessas ondas secundárias. Observe a Figura 2, que mostra uma onda plana incidente sobre uma interface ar-vidro. Aplica-se a construção de Huygens para encontrar a frente de onda transmitida.

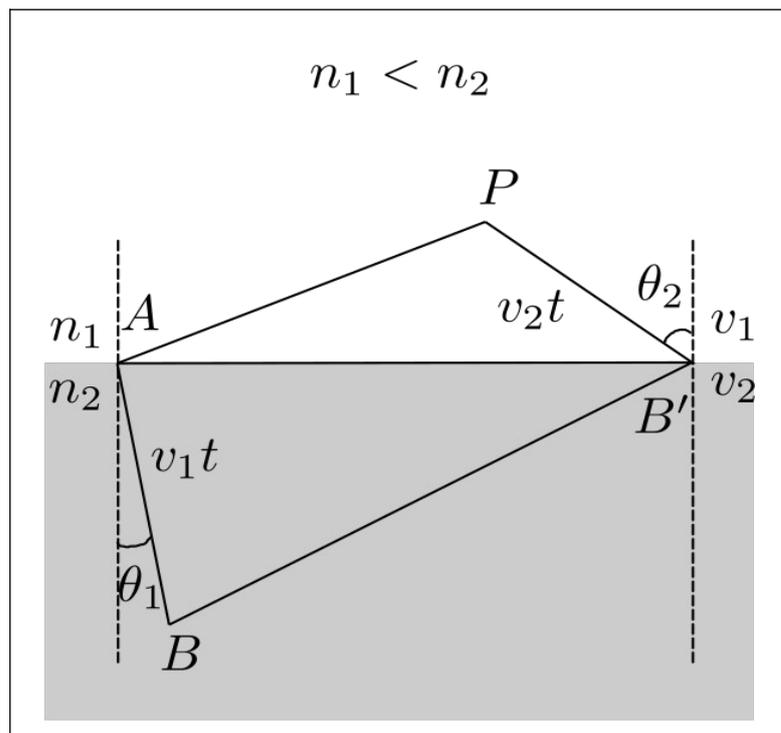


Figura 2 – Desenho esquemático ilustrando a Lei de Snell.
Fonte: O autor

A linha AP indica uma porção da frente de onda no meio 1 que atinge a superfície do vidro com um ângulo θ_1 . No tempo t , a onda secundária a partir de P se desloca pela distância v_1t e atinge o ponto B sobre a linha AB , separando os dois meios, enquanto a onda secundária a partir do ponto A se desloca por uma distância

mais curta v_2t dentro do segundo meio. A nova frente de onda BB' não é paralela à frente original AP , porque as velocidades v_1 e v_2 são diferentes. Do triângulo APB ,

$$\text{sen } \phi_1 = v_1t / AB,$$

ou

$$AB = v_1t / \text{sen } \phi_1 = v_1t / \text{sen } \theta_1,$$

usando o fato de que o ângulo ϕ_1 é igual ao ângulo de incidência θ_1 . Também, a partir do triângulo $AB'B$,

$$\text{sen } \phi_2 = v_2t / AB,$$

ou

$$AB = v_2t / \text{sen } \phi_2 = v_2t / \text{sen } \theta_2,$$

em que $\theta_2 = \phi_2$ é o ângulo de refração. Igualando os dois valores para AB , obtém-se

$$\text{sen } \theta_1 / v_1 = \text{sen } \theta_2 / v_2.$$

Substituindo $v_1 = c / n_1$ e $v_2 = c / n_2$ nessa equação e multiplicando por c , obtém-se $n_1 \text{sen } \theta_1 = n_2 \text{sen } \theta_2$, que é a lei de Snell (TIPLER, 2007, p. 297).

Na sequência, introduziremos o conceito de lentes delgadas fazendo uso de conceitos de refração apresentados nessa seção.

2.4 Lentes delgadas

Sugere-se ao professor explicar como as lentes delgadas são constituídas, e como ocorrem as refrações nas mesmas. Deve, também, mostrar alguns tipos de lentes de acrílico ou vidro (lentes que pode ser obtidas em óticas).

Elaboradas de materiais transparentes, as lentes mais comuns, são feitas de vidro, acrílico ou cristal, com um formato específico, capaz de desviar os raios luminosos de acordo com cada finalidade. (BONJORNIO, 2016).

As lentes podem estar imersas no ar, como as de lupas, óculos ou telescópios. Nesses casos, a luz é refratada ao penetrar a lente, ou seja, sai do ar e entra no material que constitui a lente, ao atravessá-la, a luz é refratada pela segunda vez e volta a se propagar no ar. As duas refrações podem mudar a direção

dos raios luminosos, produzindo imagens ampliadas ou reduzidas sem grandes deformações, (BONJORNO, 2016). Como demonstra as Figuras 3 e 4.

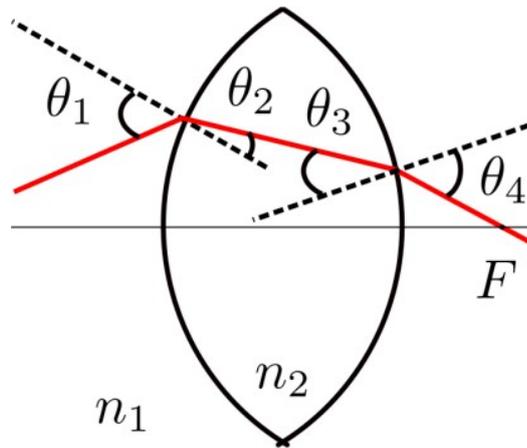


Figura 3 – Desenho esquemático indicando o comportamento de um feixe de luz atravessando uma lente convergente.
Fonte: O autor

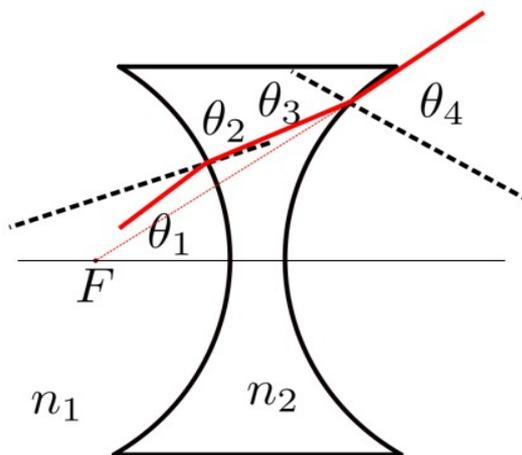


Figura 4 – Desenho esquemático do comportamento de um feixe de luz atravessando uma lente divergente.
Fonte: O autor

As lentes são classificadas de acordo com a sua espessura. Comparando a espessura da lente, as bordas podem ser delgadas ou espessas, e as faces podem ser côncavas, convexas ou planas.

Uma lente que é mais espessa no meio do que nas extremidades é uma lente convergente (considerando que o índice de refração da lente é maior que aquele do meio da vizinhança), também é chamada de positiva, porque os raios que atinge uma lente convergente, são curvados em cada superfície e convergem no ponto focal (TIPLER, 2006, p. 423). A Figura 5 mostra um tipo de lente convergente e o comportamento de um feixe de luz ao atravessá-la.

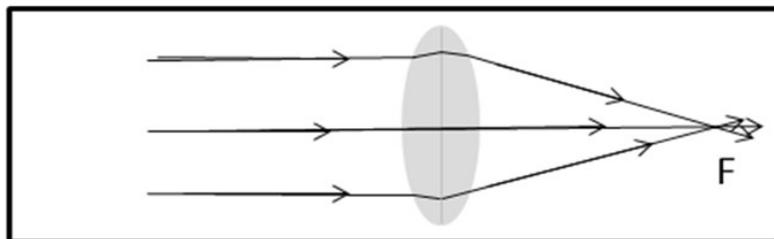


Figura 5 – Desenho esquemático de feixes de luz convergindo em um foco ao atravessar uma lente convergente.

Fonte: O autor

Uma lente que é mais estreita no meio do que nas extremidades é uma lente divergente, porque os raios que a atingem são curvados para fora e divergem, como se estivessem vindo de um ponto focal. Por isso, ela também é chamada de lente negativa. A Figura 6 mostra um tipo de lente divergente e o comportamento de um feixe de luz ao atravessá-la. A luz (em vermelho) sofre dupla refração pela mudança de meio ar-lente e lente-ar

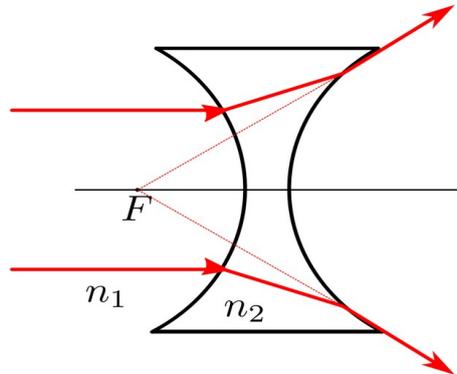


Figura 6 – Desenho esquemático de feixes de luz divergindo ao atravessar uma lente divergente.
Fonte: O autor

O índice de refração absoluto de um meio material é definido como a razão da velocidade da luz no vácuo e da velocidade da luz nesse meio: $n: c/v$. Veja na Tabela 1 com índices de refração para onze meios materiais diferentes.

Tabela 1- Índices de refração de diferentes materiais

Meio material	Índice de refração (n)
Vidro comum	1,520
Vidro crown	1,517
Vidro flint puro	1,62
Acrílico	1,49
Diamante	2,423
Olho	1,386 – 1,406
Vidro Flint impuro	1,52 – 1,93
Vidro crown impuro	1,49 – 1,76
Zircônio	2,17 – 2,18
Água	1,33
Ar	1,000277

Fonte: List of refractive indices Wikipedia
Visitado em: 13 de julho de 2020.

Após, a as explicações dos tipos de lentes e da tabela de índices de refração, apresentaremos um exemplo de uma receita oftalmológica (Tabela 2) e explicaremos os termos presentes na mesma.

Tabela 2 - Exemplo de uma receita oftalmológica.

		Esférico	Cilíndrico	Eixo	
Para	OD				DP: _____ mm
Longe	OE				
Para	OD	+ 2,75			AD: _____ mm
Perto	OE	+ 2,75			

Fonte: O autor

Esférico: tipo de lente delgada.

Cilíndrico: tipo de lente cilíndrica.

Eixo: medida em graus ($^{\circ}$), significa o valor refere-se à posição em que a lente cilíndrica deve ser montada na armação dos óculos. Vai aparecer com valor quando a pessoa possuir astigmatismo. Essa medida varia de 0° a 180° graus. E esses valores são medidos na frente da pupila, de um lado ao outro do olho.

DP: distância entre os eixos dos olhos (distância entre as pupilas).

AD: adição de lente em lentes multifocais.

PP: para perto.

PL: para longe

OE: olho esquerdo

OD: olho direito

+: lente convergente

-: lente divergente

2,75: unidade da dioptria da lente ou da potência da lente (dioptria é a vergência (C) de uma lente medida em m^{-1} , e a vergência é o inverso da distância focal, ou seja, quanto maior a distância focal, menor a convergência da lente, pode ser calculada pela equação matemática $C=1/F$, onde C é a vergência e F é o foco).

A seguir, apresentaremos a anatomia e fisiologia do olho humano, que funciona como um sistema óptico, fazendo uso de conceitos de refração.

2.5 O Olho Humano

O olho humano como mostra a Figura 6, é aproximadamente esférico, com um diâmetro aproximado de 25 mm. Funciona como um sistema óptico - córnea-cristalino. A luz entra no olho através de uma abertura variável, a pupila, localizada na íris posteriormente é focalizada pela córnea, com a assistência do cristalino, sobre a retina, que possui um conjunto de fibras nervosas cobrindo sua superfície traseira. A retina contém pequenas estruturas sensoras chamadas de *bastonetes* e *cones*, que detectam a luz e transmite a informação ao longo do nervo ótico até o cérebro.

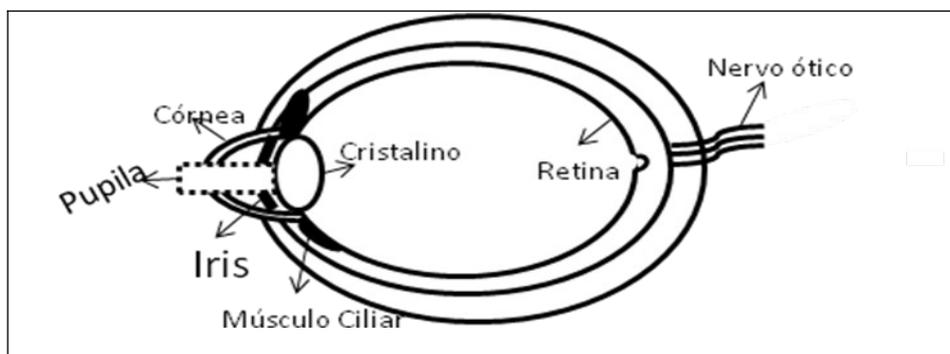


Figura 7 – Desenho esquemático do olho humano
Fonte: O autor

A forma do cristalino pode ser alterada um pouco pela ação do músculo ciliar. Quando o olho está focalizado sobre um objeto distante, o músculo está relaxado e o sistema córnea-cristalino tem seu máximo comprimento focal, cerca de 2,5 cm, que é a distância da córnea até a retina.

Quando o objeto é levado para próximo do olho, o músculo ciliar aumenta um pouco a curvatura do cristalino, diminuindo desse modo, o seu comprimento focal, de tal modo que a imagem seja novamente focalizada na retina. Esse processo é chamado de *acomodação*. Se o objeto está muito próximo do olho, o cristalino não pode focar a luz sobre a retina e a imagem é distorcida.

O ponto mais próximo para o qual o cristalino pode focar a imagem sobre a retina é o *ponto próximo*. A distância do olho ao ponto próximo varia muito de uma pessoa para outra e muda com a idade. Aos 10 anos o ponto próximo pode ser tão pequeno quanto 7 cm, enquanto que aos 60 anos ele pode ser maior que 200 cm, por causa da perda de flexibilidade do cristalino. Um valor padrão tomado para o ponto próximo é de 25 cm (TIPLER, 2006, p. 433).

2.6 Deficiências Visuais

Para explicar as deficiências visuais, sugere-se ao professor utilizar os textos a seguir que descrevem, primeiramente as 3 doenças corrigidas por lentes esféricas delgadas. A hipermetropia, a miopia e a presbiopia. E depois o astigmatismo, corrigido por lentes cilíndricas. Para essas quatro deficiências serão apresentados exemplos de receitas oftalmológicas para suas correções. A seguir são descritas outras doenças visuais apenas à nível de conhecimento.

2.6.1 Hipermetropia

A hipermetropia é uma deficiência visual, que o olho tem problemas em focalizar objetos próximos, como se a imagem dos objetos se formassem depois da retina, exigindo um esforço máximo de acomodação, ponto próximo está além dos 25 cm. A hipermetropia é corrigida com uma lente convergente (positiva), como na Figura 8 (BONJORNO, 2016).

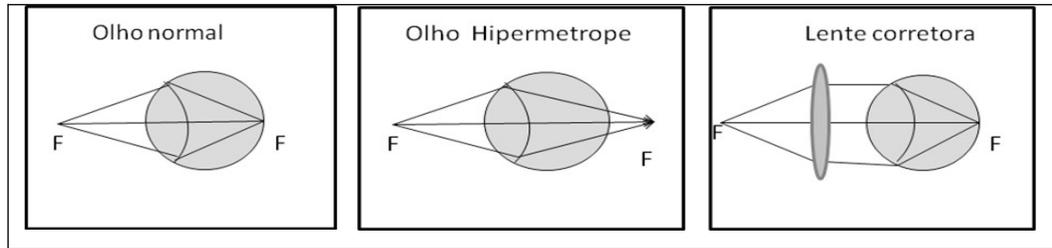


Figura 8 – Desenho esquemático indicando a correção da hipermetropia.
 Fonte: O autor

Tabela 3 - A Tabela 3 apresenta um modelo de uma receita oftalmológica de uma pessoa com Hipermetropia ou Presbiopia, indicando na receita de que o mesmo necessita de uma lente esférica com uma correção de 2,75 para ambos os olhos.

		Esférico	Cilíndrico	Eixo	
Para Longe	OD				DP: _____ mm
	OE				
Para Perto	OD	+2,75			AD: _____ mm
	OE	+2,75			

Fonte: O autor

2.6.2 Miopia

Uma pessoa com miopia, o olho subconverge e focaliza a luz de objetos distantes em um ponto localizado à frente da retina. A pessoa míope pode ver objetos próximos, para os quais os raios incidentes divergentes são focalizados sobre a retina, mas tem problemas para ver nitidamente objetos distantes. A miopia é corrigida com uma lente divergente (negativa), como na Figura 8 (BONJORNO, 2016).

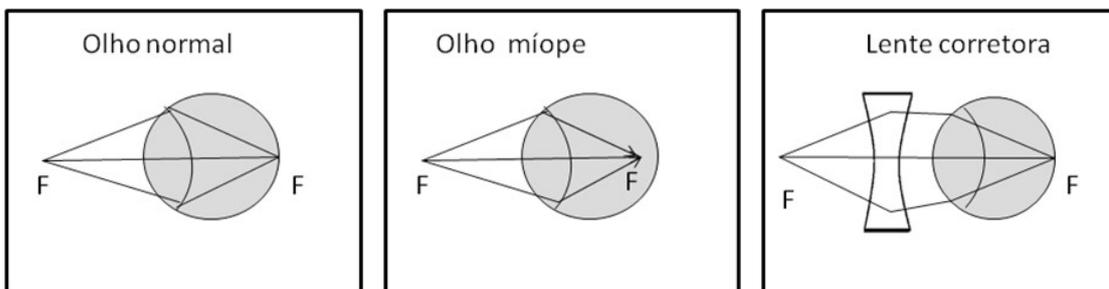


Figura 9 – Desenho esquemático indicando a correção da miopia.
 Fonte: O autor

Tabela 4 - Receita oftalmológica para uma pessoa com miopia

		Esférico	Cilíndrico	Eixo	
Para	OD	-2,25			DP: _____ mm
Longe	OE	-1,75			
Para	OD				AD: _____ mm
Perto	OE				

Fonte: O autor

2.6.3 Presbiopia ou Vista Cansada

A presbiopia é uma deficiência que apresenta uma redução no intervalo de acomodação visual. Com o passar dos anos, o cristalino de uma pessoa enrijece e os músculos ciliares que realizam o trabalho de acomodação perdem sua flexibilidade, diminuindo o intervalo de acomodação. Isso é comum em pessoas que passam dos 40 anos. A presbiopia pode sobrepor-se à miopia, à hipermetropia ou ao astigmatismo. A presbiopia com a miopia se caracteriza por um intervalo de acomodação pequeno e próximo do olho. Quando vem acompanhada da hipermetropia, caracteriza-se por um intervalo de acomodação pequeno e longe do olho. A presbiopia pode vir também acompanhada de astigmatismo, obrigando a pessoa a usar uma combinação de lentes, como acontece quando a pessoa é hipermetrope e astigmática. A correção da presbiopia é feita com lentes convergentes, como ilustrado na Figura 10 (BONJORNO, 2016).

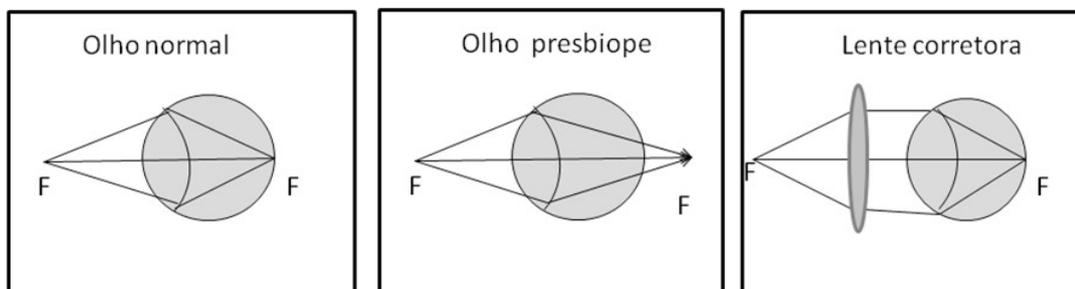


Figura 10 – Desenho esquemático indicando a correção da presbiopia.

Fonte: O autor

Tabela 5 - Receita oftalmológica para uma pessoa com Presbiopia

		Esférico	Cilíndrico	Eixo	DP: _____ mm
Para	OD				
Longe	OE				
Para	OD	+2,75			AD: +1,75 mm
Perto	OE	+2,75			

Fonte: O autor

2.6.4 Astigmatismo

O astigmatismo é uma deficiência visual, proveniente da imperfeição da simetria do sistema ótico em torno do eixo ótico. Pode resultar da imperfeição na curvatura da córnea e as vezes do cristalino. A correção do astigmatismo é feita com lentes cilíndricas, cujo raio de curvatura compensa a deficiência do diâmetro da córnea, como apresenta a Figura 9.

O astigmatismo pode, também, vir acompanhado de miopia ou de hipermetropia. Nestes casos a correção é feita com associação das lentes cilíndricas e esféricas (divergentes para a combinação de astigmatismo com miopia e convergentes para a combinação de astigmatismo com hipermetropia). A Figura 11, mostra a lente corretora para apenas para o astigmatismo sem associação de outra doença visual (BONJORNO, 2016).

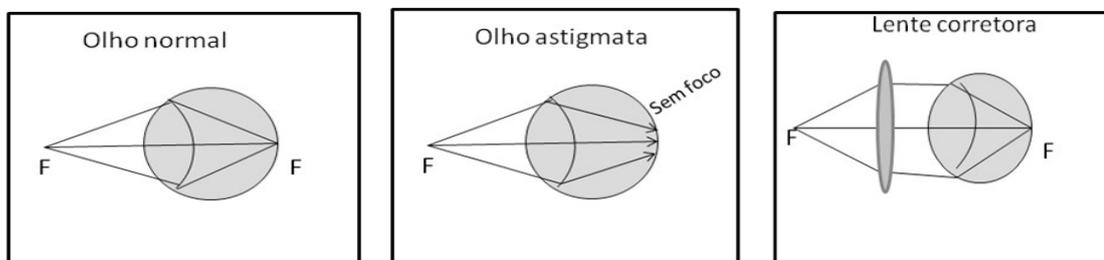


Figura 11 – Desenho esquemático indicando a correção do astigmatismo.

Fonte: O autor

Tabela 6 - Receita oftalmológica para uma pessoa com Astigmatismo

		Esférico	Cilíndrico	Eixo	
Para	OD		- 0,50	180°	DP: _____ mm
Longe	OE		- 0,50	170°	
Para	OD		- 0,50	180°	AD: _____ mm
Perto	OE		- 0,50	180°	

Fonte: O autor

Tabela 7 - Receita oftalmológica para uma pessoa com Hipermetropia e Astigmatismo

		Esférico	Cilíndrico	Eixo	
Para	OD		- 0,50	180°	DP: _____ mm
Longe	OE		- 0,50	170°	
Para	OD	+2,75	- 0,50	180°	AD: _____ mm
Perto	OE	+2,75	- 0,50	180°	

Fonte: O autor

2.6.5 Estrabismo

O estrabismo consiste na impossibilidade de dirigir simultaneamente as retas visuais de ambos os olhos sobre um ponto visado. A correção do estrabismo é feita com lentes prismáticas, que desviam os raios luminosos provenientes dos objetos de modo que as imagens se situem sobre as linhas visuais dos dois olhos (BONJORNO, 2016).

2.6.7 Glaucoma

O glaucoma é uma doença ocular causada pela elevação da pressão do olho, resultando em danos ao nervo ótico. Há vários tipos de glaucoma, o mais comum (que representa cerca de 80% dos casos), o glaucoma crônico simples, que acomete principalmente as pessoas com mais de 40 anos. Este tipo de glaucoma é causado por alteração no globo ocular, que impede a saída de humor aquoso e faz aumentar a pressão intra-ocular. O glaucoma congênito atinge os recém-nascidos. Já o glaucoma secundário decorre de outras doenças como a diabete. O tratamento,

em geral, é feito à base de colírios. Essa doença pode causar comprometimento da visão, nos casos mais graves, quando não se faz o tratamento ou ele é feito inadequadamente, pode levar à cegueira (BONJORNNO, 2016).

2.6.8 Ceratocone

O ceratocone é uma doença que causa a diminuição do colágeno na córnea. Resulta na alteração do formato da córnea que, em vez de ser quase esférica, passa a ter uma forma de cone. Um dos principais sintomas dessa doença é a visão borrada e distorcida tanto de perto quanto de longe. Além disso, em alguns pacientes, há a ocorrência de visão dupla, fotofobia, sensação de sensibilidade a luz, e coceira no olho. Há tratamento para o ceratocone, que varia conforme o estágio da doença. Uma das formas mais atuais é o método denominado *cross link*, que consiste na instalação de uma vitamina no olho do paciente, denominada riboflavina (BONJORNNO, 2016).

2.6.9 Catarata

A catarata é uma lesão ocular que atinge o cristalino, tornando-o opaco, o que compromete a visão com nitidez. A principal causa dessa doença é o envelhecimento, uma vez que aparece com mais frequência em pessoas com 50 anos ou mais, mas também pode ser decorrente de diabete, uso de colírios sem medicação, traumas (socos ou batidas) na região dos olhos e superexposição à radiação ultravioleta (UV), como da luz solar, cabines de bronzamentos ou solários, lugares adaptados ao banho de Sol. O único tratamento possível é a cirurgia, um procedimento simples que substitui o cristalino por uma lente artificial, capaz de recuperar a função perdida (BONJORNNO, 2016).

2.6.10 Daltonismo

O daltonismo é uma doença hereditária, mas pode resultar de lesões ou de lesão de origem neurológica. É caracterizado pela ausência de cones, células relacionadas a produção de pigmentos sensíveis à luz. Há três tipos de cones na

visão, para que enxergarmos os objetos em cores, relacionado a produção de pigmentos azuis, de pigmento verde, e de pigmento vermelho. O daltonismo mais comum, é aquele que seus portadores não conseguem perceber o vermelho e o verde, seguidos por aqueles que tem problemas na percepção do azul e amarelo, e pelos portadores de cegueira das cores. Não há cura para o daltonismo. (BONJORNO, 2016).

2.7 Aplicação do pré-teste:

Antes da aplicação do produto, propõe-se a aplicação de um pré-teste, com o objetivo de avaliar o desenvolvimento dos alunos, composto de cinco questões que são descritas a seguir:

Tabela 8 - Questionário 1.

		Esférico	Cilíndrico	Eixo	
Para	OD	-2,25			DP: _____ mm
Longe	OE	-1,75			
Para	OD				AD: _____ mm
Perto	OE				

Fonte: O autor

- 1) O que significa a tabela acima?
- 2) Quais as unidades dos números que aparecem na tabela?
- 3) O que significa fisicamente os sinais nos números?
- 4) O que são lentes delgadas?
- 5) Quais as deficiências visuais que vocês conhecem?

2.8 Resolução das questões propostas no pré-teste

- 1) O que significa a tabela acima? (Referindo-se a Tabela 8)

Esta questão procura identificar se alguns dos alunos conhecem uma receita oftalmológica.

A resposta poderia ser uma receita de oculista ou uma receita de óculos. Ou ainda uma receita oftalmológica.

2) Quais as unidades dos números que aparecem na tabela?

Nesta questão, especificamente, indaga a potência de uma lente. A potência de uma lente mede sua capacidade de focar luz paralela a uma pequena distância da lente, uma lente é tanto mais potente quanto maior for a sua vergência, ou seja, produz o maior desvio na luz incidente. Essa unidade de medida é expressa em dioptrias (D), unidade inversa ao metro (m^{-1}). Quanto menor o comprimento focal, maior a potência. Por exemplo, uma lente com comprimento focal de 25 cm = 0,25 m possui uma potência de 4 D. Uma lente com comprimento focal de 10 cm = 0,10 m tem potência de 10 D. Uma vez que o comprimento focal de lentes divergentes é negativo, sua potência é negativa. Uma vez que o comprimento focal de lentes convergentes é positivo, sua potência é positiva.

A resposta deve ser: Dioptrias, unidade inversa ao metro (m^{-1}).

3) O que significa fisicamente os sinais nos números?

Lentes nas quais a direção da luz incidente é especificada, o ponto objeto para o qual a luz emerge como um feixe paralelo é chamado de **primeiro ponto focal F**, e o ponto no qual a luz paralela é focalizada é chamado de **segundo ponto focal F'**. Para uma lente positiva, o primeiro ponto focal está no lado da luz incidente e o segundo ponto focal está no lado da luz refratada, essa lente é convergente. Para uma lente negativa o primeiro foco está no lado da luz refratada e o segundo foco está do lado da luz incidente, essa lente é chamada de divergente.

A resposta deve ser o tipo de lente, nesse caso, divergente.

4) O que são lentes delgadas?

Uma lente é um objeto transparente que refrata os raios luminosos duas vezes, uma ao penetrar na lente e outra ao sair da lente. Independente do tipo de lente, todas possuem algumas características em comum como, C_1 e C_2 : centro de curvaturas; r_1 e r_2 : raios de curvaturas e F e F' : focos imagem / objeto real / virtual da lente, equidistantes do vértice. Independente do tipo de lente, uma lente é considerada delgada quando elas possuem distâncias do objeto, imagem e raios de curvaturas muito maiores que as suas espessuras.

A resposta deve ser lentes finas com espessuras inferiores aos seus elementos como centros de curvaturas, raios de curvaturas e focos.

5) Quais as deficiências visuais que vocês conhecem?

Para essa questão, como respostas, os alunos podem tanto expressar as diversas doenças visuais, que tem correções com lentes, como outras que não possuem correções com lentes. Como miopia, catarata, hipermetropia, glaucoma, astigmatismo, entre outras.

2.9 Aplicação do Produto

Após a resolução do pré-teste, propõe-se a explanação dos conceitos necessários para ler uma receita oftalmológica. Por meio de aula expositiva e dialogada, com o uso de slides com figuras exemplificando tais conceitos abordados, para que os alunos consigam atingir o objetivo proposto para este produto.

O primeiro *slide* explica-se o conceito de refração, como mostram a Figura 12. A aparência do lápis torto no copo com água, demonstra a mudança na velocidade da luz ao mudar de meio. Nesse caso, a velocidade diminui, ao passar do meio ar para o meio água, e aumenta ao sair do meio água para o meio ar. Cada meio transparente como água, o ar, o vidro, possui o seu índice de refração n , razão entre a velocidade da luz no vácuo c e a velocidade no meio v (Equação(1)). A velocidade

da luz no vácuo é $c = 3 \times 10^8 \text{ m / s}$, é maior que velocidade da luz em outros meios como a água, o ar e o vidro.



Figura12 – Ilustração da mudança de velocidade da luz ao atravessar de meio para outro meio.
Fonte: O autor

A Física é regida por leis, para explicar os fenômenos ocorridos. Para explicar o fenômeno da refração, utiliza-se a Lei de Snell (Equação (2)). A Figura 2 exemplifica a aplicação da lei de Snell para a refração. Comparando a luz incidente do meio n_1 com a luz refratada no meio n_2 , em um plano de incidência, tem-se a reta normal perpendicular, formando 90° ao plano de incidência. O raio incidente deverá formar um ângulo maior com a reta normal, (se o meio n_1 é mais refringente que o meio n_2), do que o ângulo formado pelo raio refratado no meio n_2 com a reta normal. Dessa forma, $n_1 < n_2$, e $\text{sen } \theta_1 > \text{sen } \theta_2$. Assim, temos, $n_1 \text{ sen } \theta_1 = n_2 \text{ sen } \theta_2$, para a refração de qualquer tipo de onda incidente, sobre a fronteira que separa dois meios n_1 e n_2 .

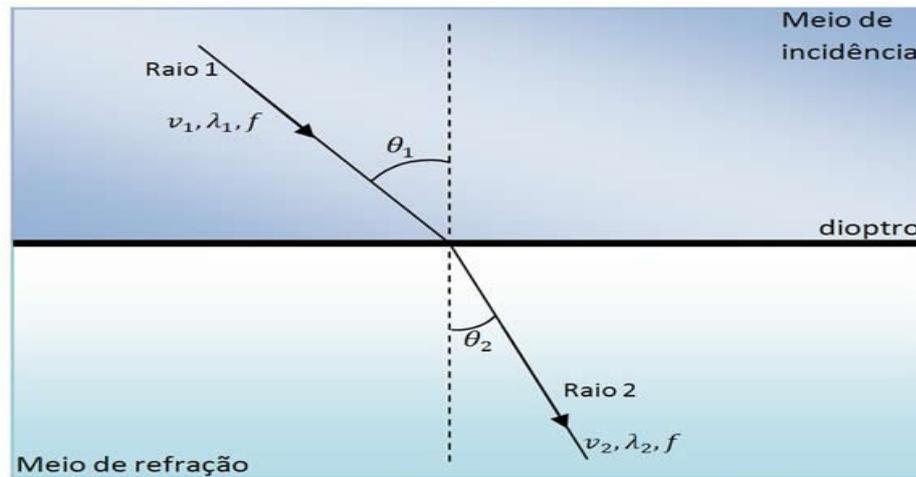


Figura 13 – Desenho esquemático indicando os ângulos de incidência e de refração.

Fonte: https://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Refracaodaluz/leis_de_refracao.php

Visitado em: 20/08/2018.

Para explicar os tipos de lentes, mostra-se aos alunos, alguns tipos de lentes esféricas delgadas de acrílico, como essas da Figura 14. Usa-se também slides exemplificando o comportamento das lentes, quanto a reação de feixe de luz paralelo se incide sobre elas, como mostra a Figura 15. Explica-se a classificação das lentes de acordo com a sua espessura. Que comparando a espessura da lente, as bordas podem ser delgadas ou espessas, e as faces podem ser côncavas, convexas ou planas.

Uma lente mais espessa no meio do que nas extremidades, é uma lente convergente, também é chamada de positiva, porque os raios que atinge uma lente convergente, são curvados em cada superfície e convergem no ponto focal. A Figura 15 (a) ou superior mostra um tipo de lente convergente e o comportamento de um feixe de luz ao atravessá-la. Uma lente que é mais estreita no meio do que nas extremidades é uma lente divergente, porque os raios que a atingem são curvados para fora e divergem, como se estivessem vindo de um ponto focal. Por isso, ela também é chamada de lente negativa. A Figura 15 (b) mostra um tipo de lente divergente, e outro tipo de lente convergente, e o comportamento de um feixe de luz ao atravessá-las.

Nesse momento, demonstra-se para os alunos, o comportamento de um feixe de luz monocromática, atravessando as lentes, apresentadas na Figura 14. Uma divergindo os raios de feixe de luz, e outra convergindo os raios do feixe de luz.

Explica-se a convergência e a divergência dos raios luminosos ao atravessar as lentes.



Figura 14 – Ilustração de lentes acrílicas divergente e convergente, respectivamente.
Fonte: O autor

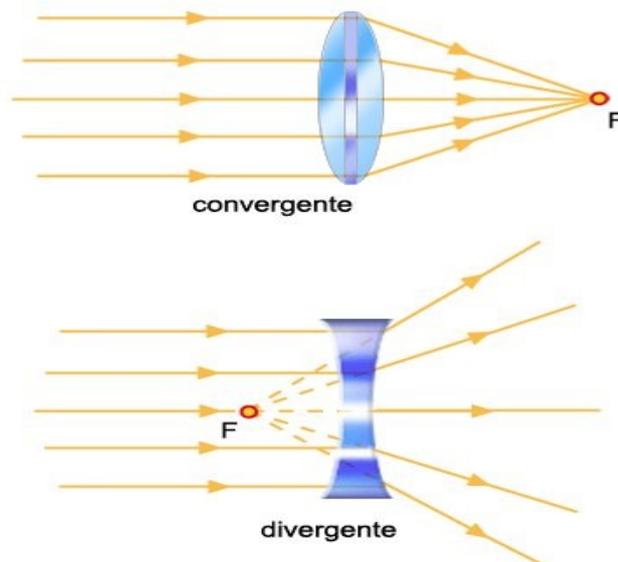


Figura 15 – Desenhos esquemáticos de feixes de luz quando atravessa lente convergente (cima), e divergente (baixo).

Fonte: <https://www.significados.com.br/convergente/>
Visitado em: 04/12/2018

Após a explanação dos conceitos relevantes sobre os tipos de lentes, apresenta-se a Figura 16. Explica-se a anatomia interna e a fisiologia das partes que compõem o olho humano. Iniciando pelas camadas três camadas que envolvem o olho:

Visão Humana

□ Anatomia Interna

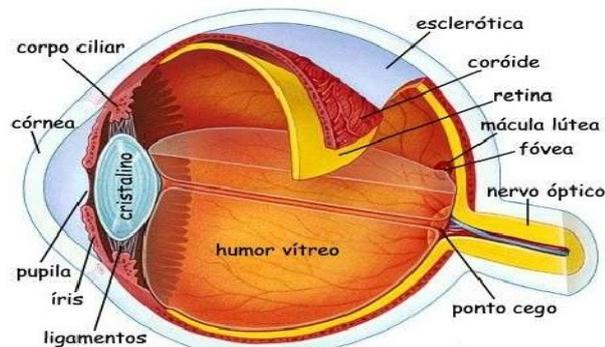


Figura 16 – Desenho esquemático representando a anatomia interna da visão humana.

Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/defeitos-na-visao-humana.htm>

Visitado em: 04/12/2018

- *Esclerótica ou esclera*: camada exterior opaca e esbranquiçada, também chamada de branco do olho. Na parte anterior, a esclera é mais abaulada ou convexa e transparente, formando a córnea.
- *Coroide*: camada pigmentada e vascularizada, cuja função é a irrigação sanguínea do bulbo ocular.
- *Retina*: membrana nervosa na qual estão localizadas as células sensitivas da visão (cones e bastonetes). Essas células comunicam-se com o centro da visão do cérebro pelo nervo ótico.

Atrás da *córnea* existe um diafragma regulável chamada *pupila*, cuja função é regular a quantidade de luz que chega até a *retina*, e o *cristalino*, que é uma lente transparente, convergente e deformável. Essa lente está presa pelos ligamentos aos *músculos ciliares* ou *corpo ciliar*. A contração e distensão dos músculos ciliares, faz o *cristalino* se tornar menos ou mais convergente.

Entre a *córnea* e o *crystalino*, na câmara anterior, existe um líquido denominado *humor aquoso*, que serve para nutrir a *córnea* e o *crystalino* e regular a pressão interna do olho. Entre o *crystalino* e a *retina*, na câmara posterior, existe outro líquido, denominado *humor vítreo*, que serve para dar preenchimento ao olho, atribuindo-lhe forma.

Ponto cego é uma pequena região na retina próxima ao nervo óptico que não contém receptores de luz, nessa região não há formação de imagem.

A *mácula lútea* é uma área especializada no centro da retina, responsável pela visão nítida. A *fóvea* constitui-se uma depressão no centro da mácula, de aproximadamente 1,5 mm de diâmetro onde não são encontrados bastonetes, apenas uma grande concentração de cones vermelhos e verdes juntos com seus respectivos neurônios (BONJORNIO, 2016).

Após a aula expositiva e dialogada sobre a anatomia interna e fisiologia do olho humano, propõe-se a apresentação das deficiências visuais e suas devidas lentes corretoras, e também outras deficiências da visão, começando pela miopia.

Miopia: deficiência caracterizada pela dificuldade de enxergar de longe. A imagem se forma antes da retina. Representada na Figura 17. Mas, para objetos próximos, a nitidez de imagem é perfeita. A correção de miopia é feita com lentes divergentes.

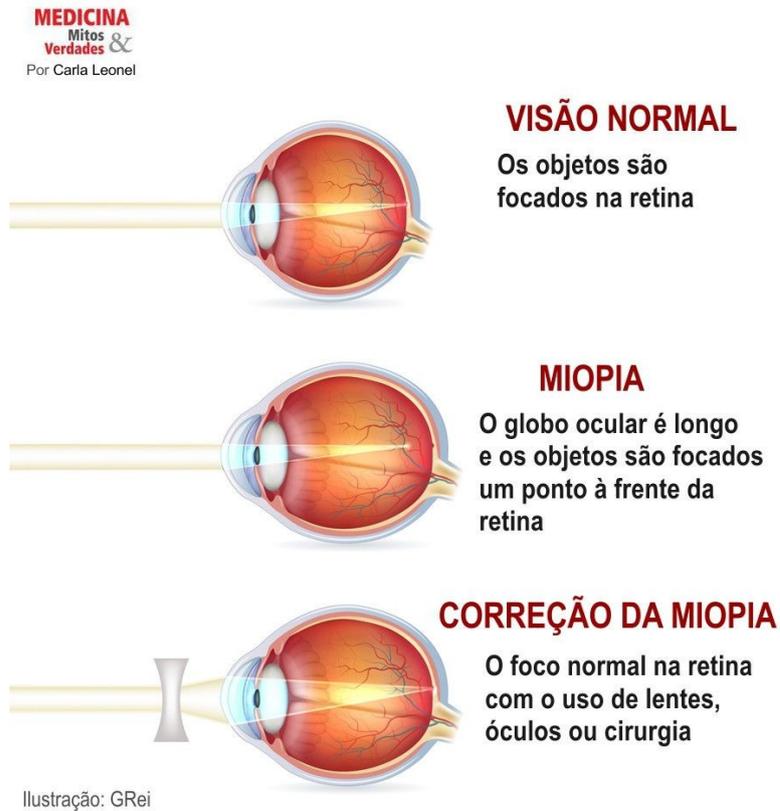


Figura 17 – Ilustração representando as etapas de um olho miope até a correção da miopia.

Fonte: <https://www.medicinamitoseverdades.com.br/blog/a-miopia-piora-com-a-idade>

Visitado em: 20/08/2018.

Hipermetropia: caracterizada pela dificuldade de enxergar de perto. A pessoa com hipermetropia apresenta uma distância menor entre a retina e o cristalino, quando comparado com um olho normal. Representada na Figura 18. A correção da hipermetropia é feita com lentes convergentes.

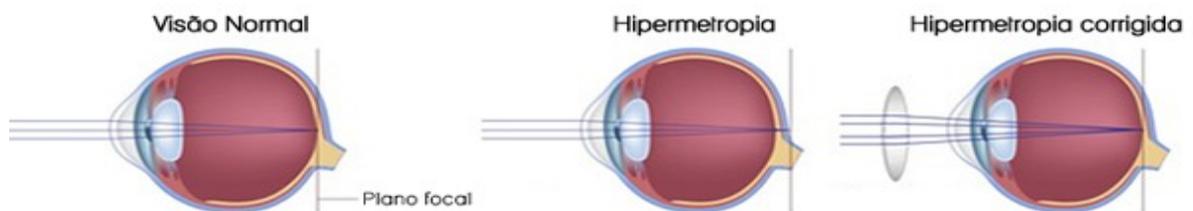


Figura 18 – Ilustração representando a correção da hipermetropia.

Fonte: <http://www.opticaestadio.com/consultorio.html>

Visitado em: 20/08/2018

Astigmatismo: é uma deficiência proveniente da imperfeição da simetria do sistema óptico em torno do eixo óptico. O eixo óptico do bulbo ocular é uma reta que passa pelo seu centro geométrico e pelo centro da pupila. Pode resultar da imperfeição na curvatura da córnea e às vezes do cristalino. A correção do astigmatismo é feita com lentes cilíndricas, cujo raio de curvatura compensa a deficiência do diâmetro da córnea. Observe as Figura 19, e a Figura 20 (BONJORNO, 2016).



Figura 19 – Figura ilustrando um olho com a córnea normal e outro olho com a córnea com astigmatismo.

Fonte: <https://blogs.ne10.uol.com.br/casasaudavel/2016/06/27/cocar-os-olhos-pode-agravar-deformidade-na-cornea-e-aumentar-grau-de-astigmatismo/>

Visitado em: 13/08/2018.

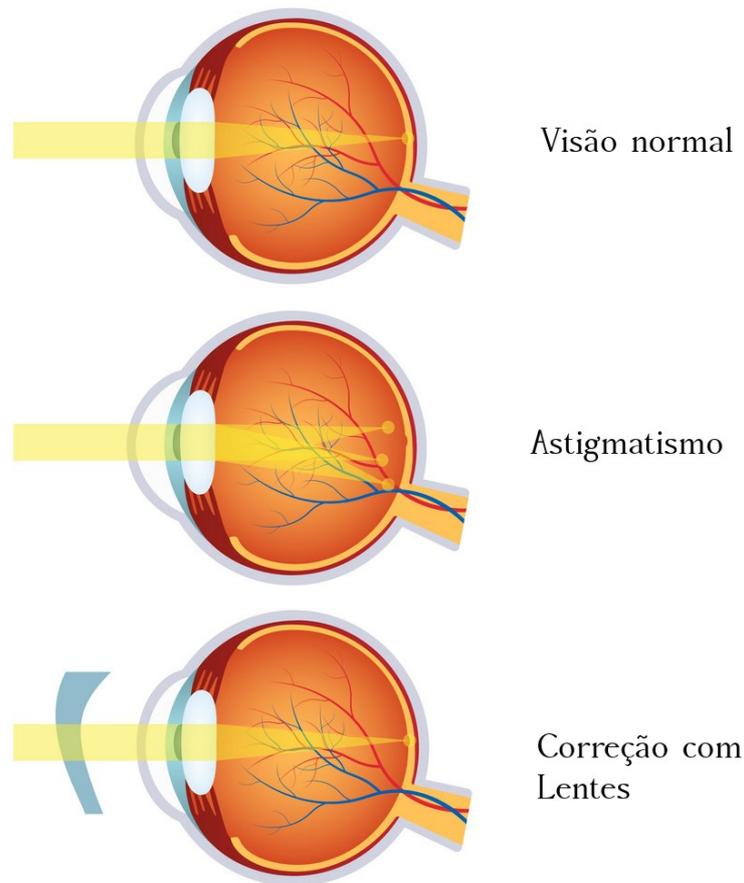


Figura: 20 – Ilustração representando a correção do astigmatismo.

Fonte: <https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/astigmatism-corrected-by-a-cylindrical-lens-vector-10364052>

Visitado em: 13/08/2018

Presbiopia: caracteriza-se pela dificuldade de enxergar de perto. Com o passar dos anos o cristalino enrijece e os músculos ciliares que realizam o trabalho de acomodação perdem sua elasticidade, diminuindo o intervalo de acomodação. Isso é comum em pessoas que passaram dos 40 anos. A presbiopia pode sobrepor-se a miopia, a hipermetropia e ao astigmatismo. A correção da miopia é feita com lentes convergentes. Exemplificada na Figura 21.

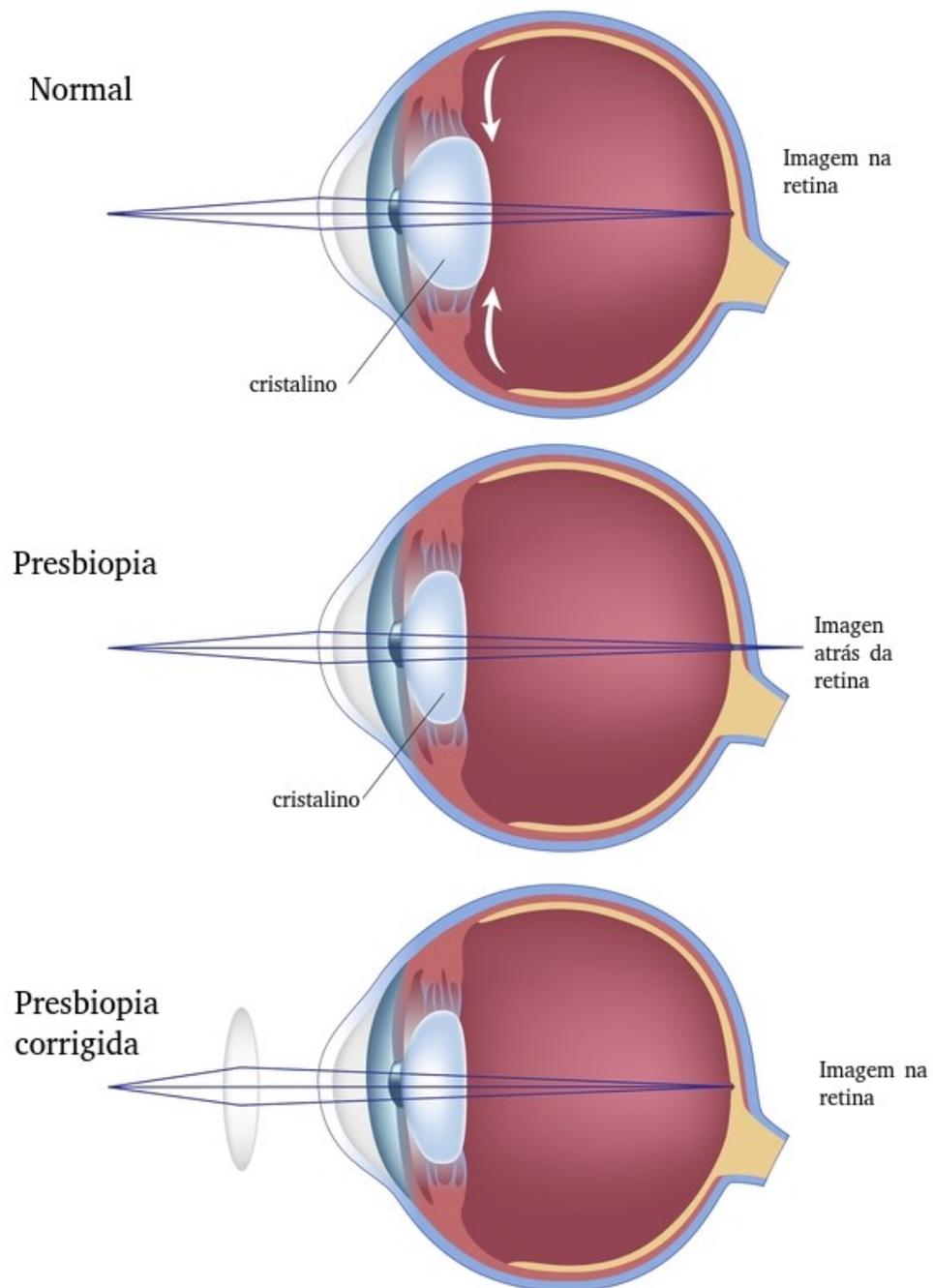


Figura 21 – Ilustração representando a correção da presbiopia.

Fonte: <https://www.fisioterapiaparatodos.com/p/wp-content/uploads/2014/06/bigstock-Presbyopia-eye-condition-Alila1-400x536.jpg>

Visitado em: 20/08/2018.

Estrabismo: caracterizado pela impossibilidade de dirigir simultaneamente as retas visuais de ambos os olhos sobre o ponto visado. A correção do estrabismo é feita

com lentes prismáticas, que desviam os raios luminosos provenientes dos objetos de modo que as imagens se situem sobre as linhas visuais dos dois olhos. A Figura 22 apresenta uma pessoa de visão normal e outra com estrabismo, e a Figura 23 apresenta um desenho esquemático de como ocorre a correção por meio de uma lente corretora, a prismática.



Alinhamento Normal dos Olhos



Estrabismo

Figura 22 – A figura ilustra uma pessoa com a visão normal e outra pessoa com estrabismo.

Fonte: <http://indiferentesnunca.blogspot.com/2009/05/estrabismo.html>

Visitado em: 04/12/2018

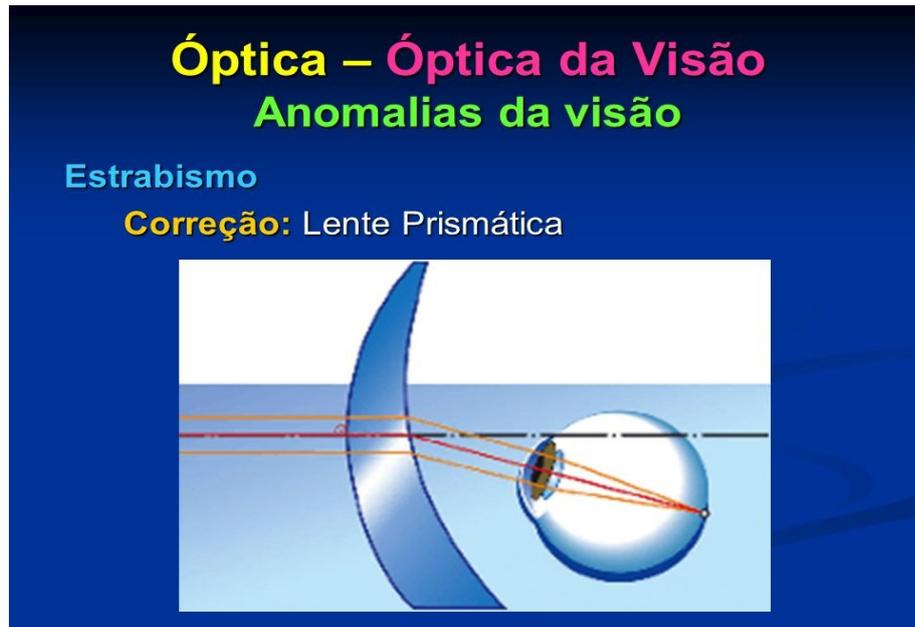


Figura 23 – Desenho esquemático representando a correção do estrabismo.

Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/11999234/>

Visitado em: 20/08/2018

Glaucoma: é uma doença ocular, causada pela elevação da pressão do olho, resultando em danos ao nervo ótico. Geralmente acomete pessoas com mais de 40 anos. Essa doença, pode causar comprometimento da visão e, nos casos mais graves, quando não se faz o tratamento ou ele é feito inadequadamente, pode levar à cegueira. Representado na Figura 24.

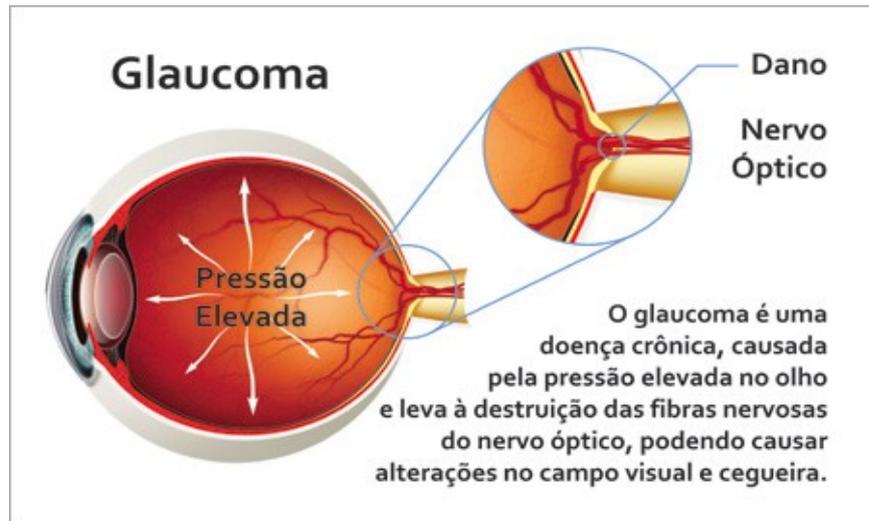


Figura 24 – A figura ilustra a estrutura interna do olho humano com glaucoma.
 Fonte: <https://centrooftalmologicomg.com.br/glaucoma/>
 Visitado em: 20/08/2018

Ceratocone: caracteriza-se pela alteração no formato da córnea que, em vez de ser quase esférica, passa a ter uma forma cônica. Um dos principais sintomas dessa doença é a visão borrada e distorcida tanto de perto quanto de longe. Em alguns pacientes, há ocorrência de visão dupla, fotofobia que é sensibilidade à luz, e coceira nos olhos. Representada na Figura 25.



Figura 25 – Figura ilustrando um olho com a córnea normal e outro olho com a córnea com ceratocone.
 Fonte: <https://www.hospitalver.com.br/subespecialidade/ceratocone/>
 Visitado em: 20/08/2018

Catarata: é uma lesão ocular, que atinge o cristalino, tornando-o opaco, o que compromete a visão com nitidez. A principal causa é o envelhecimento, uma vez que aparece com mais frequência em pessoas com 50 anos ou mais, mas também pode ser decorrente de diabetes, uso de colírios sem medicação e traumas (socos ou batidas) na região dos olhos. O único tratamento possível é a cirurgia, um procedimento simples que substitui o cristalino do olho por uma lente artificial, capaz de recuperar a função perdida. Observe as Figuras 26 e 27 apresentando uma visão normal e outra com catarata. Nas Figuras 27 apresentam-se o comportamento da trajetória da luz (formação da imagem) em uma visão normal (imagem da esquerda) e com catarata (imagem da direita).



Figura 26 – Figura ilustrando um olho com lente normal e outro olho com a lente com catarata.
 Fonte: <http://www.hoftalmo.com.br/oftalmo/content/tirando-suas-d%C3%BAvidas-%E2%80%93-cirurgia-de-atarata>
 Visitado em: 04/12/2018



Figura 27 – Figura ilustrando feixes de luz atravessando uma visão normal e feixes de luz atravessando uma visão com catarata.
 Fonte: <https://www.institutohorta.com.br/atarata/>
 Visitado em: 04/12/2018

Daltonismo: é uma doença causada pela ausência de uma ou mais células sensíveis à luz, encontradas na retina, os cones e bastonetes. O daltônico não consegue distinguir ou enxergar, uma ou todas as cores primárias, verde, amarelo ou verde. Sendo hereditária, não há cura para o daltonismo. Há vários tipos de daltonismo, a classificação por cores, quando comparadas ao olho normal estão apresentadas nas Figuras 28. E nas Figuras 29, como cada um deles, enxerga as cores do semáforo.

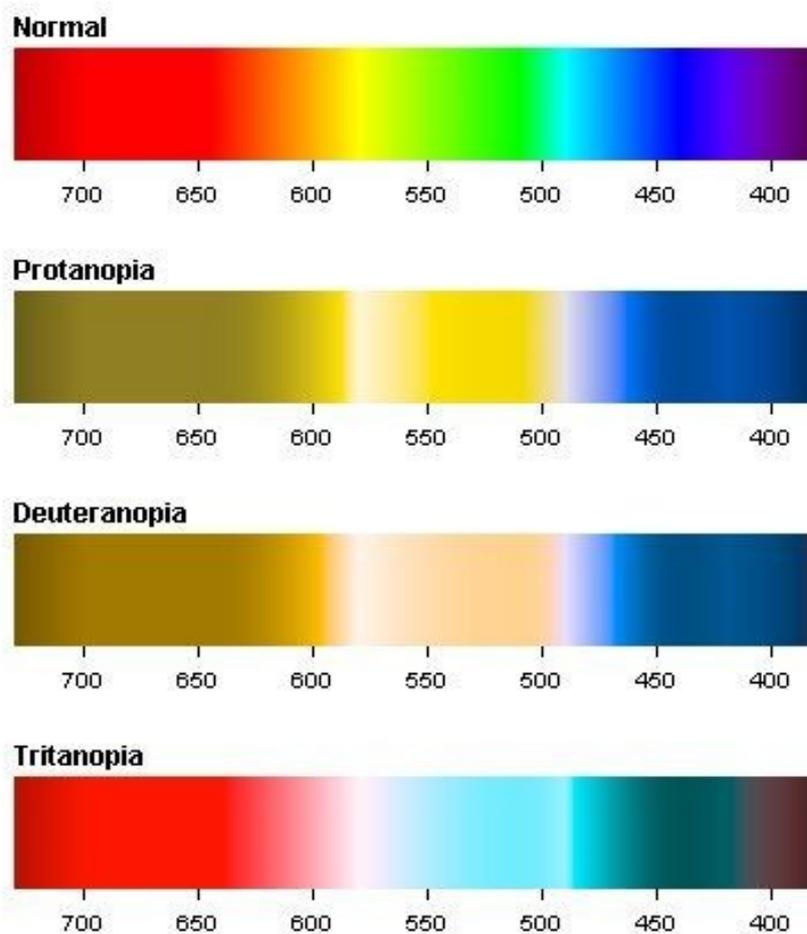


Figura 28 – Figura ilustrando os tipos de daltonismo.

Fonte: <http://gshow.globo.com/Bastidores/noticia/2016/05/drfernandoresponde-tabela-mostra-os-tipos-de-daltonismo.html>

Visitado em 20/08/2018

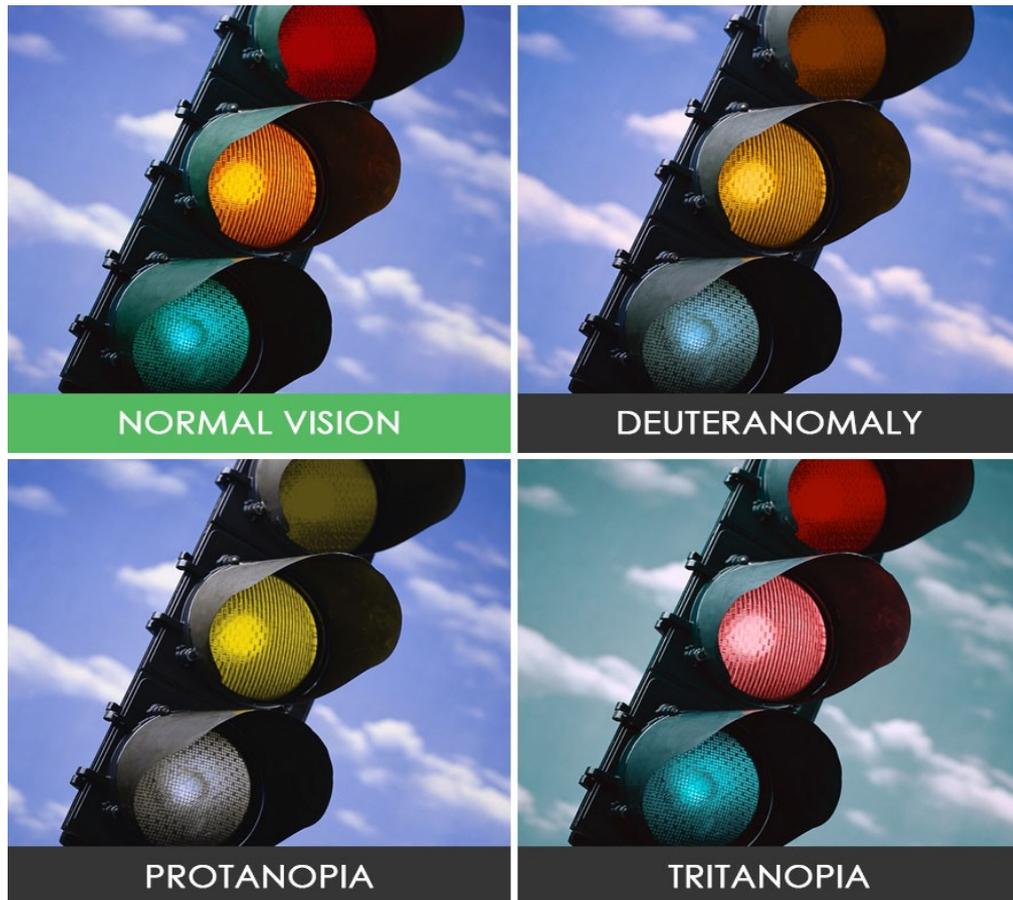


Figura 29 – Figura ilustrando a maneira que pessoas com determinado tipo de daltonismo enxerga placas de trânsito.

Fonte: <http://whoatastic.com/different-types-color-blindness-photos-3/>

Visitado em: 20/08/2018

Após as explicações dos tipos de deficiências visuais, sugere-se explicar todos os termos que apresenta uma receita oftalmológica, e demonstre vários tipos de receitas com as diversas doenças e as suas devidas lentes corretoras.

2.10 Aplicação do pós-teste:

Será aplicado ao término das aulas, para verificar como foi o aprendizado dos alunos, comparado ao pré-teste. Composto por 4 questões, descritas a seguir:

Tabela 9 - Exemplo de uma receita oftalmológica para responder as perguntas do Questionário 2.

		Esférico	Cilíndrico	Eixo	
Para	OD	-2,50	-0,50	180°	DP: _____ mm
Longe	OE	-2,25	-0,50	170°	
Para	OD				AD: _____ mm
Perto	OE				

Fonte: O autor

- 1) Quais as unidades dos números que aparecem na tabela?
- 2) Quais as deficiências visuais que vocês conhecem?
- 3) Quais os tipos de lentes para a correção da deficiência dessa pessoa?
- 4) Qual a deficiência visual que a pessoa da receita apresenta?

2.11 Resolução das questões propostas no pós-teste.

1) Quais as unidades dos números que aparecem na tabela?

Assim como a questão 2 do pré-teste, essa questão indaga a potência da lente, a resposta seria a mesma, unidade de medida expressa em dioptrias (D), unidade inversa ao metro (m^{-1}).

2) Quais as deficiências visuais que vocês conhecem?

Assim como a questão 5 do pré-teste, os alunos podem responderem várias doenças visuais, as que possuem correções com lentes, e outras que não possuem correções com lentes. Como miopia, catarata, hipermetropia, glaucoma, astigmatismo, entre outras.

3) Quais os tipos de lentes para a correção da deficiência dessa pessoa?

Essa questão, em parte, assemelha-se a questão 3 do pré-teste, pois os sinais na coluna esférica, representa o tipo de lente para a correção de deficiências visuais como a miopia se o sinal for negativo, lente divergente, e hipermetropia ou presbiopia se o sinal for positivo lente convergente. Mas a presença dos números na coluna cilíndrico, indica outro tipo de lente para correção de outro tipo de deficiência visual, como o astigmatismo.

A resposta deveria ser: Lente delgada divergente e lente cilíndrica.

4) Qual a deficiência visual que a pessoa da receita apresenta?

Após a resposta dos tipos de lentes na questão 3, identifica-se o tipo de deficiência.

A resposta deveria ser: Miopia e astigmatismo.

3. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Optou-se por aplicar a sequência didática no Colégio Estadual Barão do Rio Branco, no município de Inajá-Pr, na 2.^a série do Ensino médio. Dessa forma, foram desenvolvidas atividades com os alunos da série própria, em que os conteúdos sobre lentes são trabalhados. Sou professora de Biologia, nessa turma.

Realizado em um encontro, no período vespertino de contra turno, no dia 05/09/2018, totalizando 04 horas/aulas, numa turma de 22 alunos, mas nesse dia participaram das atividades 19 alunos.

Na primeira aula, foi entregue aos alunos, um questionário com uma receita oftalmológica apresentando apenas um tipo de deficiência visual, para que eles tentassem ler a receita e respondessem as referidas questões. Notou-se que a maioria dos alunos, entregaram as atividades em branco. Assim que os alunos devolveram as atividades, foram utilizados slides em um multimídia para explanar o conteúdo sobre refração e lentes esféricas delgadas, e também foi utilizadas, lentes divergentes e convergentes de acrílico e um laser de luz monocromático, demonstrando a reação de um feixe de luz, paralelo incidente sobre as lentes. Também foi mostrado um lápis mergulhado em copo com água até a metade, (Figura 12) demonstrando um pouco mais próximo deles o fenômeno da refração. E várias discussões, oferecendo oportunidades de diálogo entre o professor, aluno e o conhecimento, pretensiosamente, proporcionado.

Na segunda aula, com o uso de *slides* com figuras da anatomia interna do olho (Figura 16), foi explanado o conteúdo sobre anatomia e fisiologia do olho humano.

Na terceira aula, foram apresentadas aos alunos as deficiências visuais e as devidas lentes corretivas (Figuras 17 as 23). E também outras deficiências visuais que não especificamente, possuem lentes corretoras (Figuras 24 a 29). Ainda nessa aula, foram explicados os termos que aparecem em uma receita oftalmológica e apresentados vários tipos de receitas oftalmológicas (como as tabelas 5 a 7) com lentes corretivas para diversas deficiências visuais. Nessa aula houve participações

de alunos, que anteriormente não participavam, demonstrando que com essa atividade diferenciada, motivou a integração de todos.

Na quarta aula, foi feita a aplicação do pós-teste para a verificação da aprendizagem. Em que se verificou a preocupação dos alunos em responder as questões estabelecidas no pós-teste. Não deixaram nenhuma questão sem resposta. E terminaram de responder o questionário 2, antes do tempo de duração da aula.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando-se a subjetividade na análise dos dados levantados, adotamos uma abordagem qualitativa e quantitativa quanto a forma de análise dos resultados.

4.1 Análise das respostas dos alunos

Para avaliar a aprendizagem dos alunos, optou-se por utilizar dois questionários: um pré-teste e outro pós-teste à aplicação do produto educacional.

Serão feitas análises das questões do pré e do pós teste, e a seguir serão feitas comparações das respostas das questões semelhantes do pré-teste com as do pós-teste. Mas nem todas as questões estão dispostas na mesma ordem nos dois testes.

4.1.1 Análise das respostas das questões do pré-teste:

Ao elaborar as questões do pré-teste e pós-teste, procurou-se escolher algumas questões semelhantes, e outras diferentes, mas com o mesmo grau de dificuldade.

O pré-teste contém uma questão a mais que o pós-teste. Considerando, que outra semelhante a essa, seria desnecessária, depois de expor e explicar vários tipos de receita oftalmológicas.

Ao propor as questões no pré-teste, esperava-se que poucos alunos soubessem responder. Justificando que, apenas quem já estivesse visto uma receita oftalmológica em mãos, saberia responder corretamente algumas delas.

4.1.1.1 Questão 1: O que significa a tabela acima?

Ao propor essa questão, esperava-se, que poucos alunos soubessem responder-la corretamente. Em se tratando de uma receita oftalmológica, não ser algo que eles estão acostumados a ver em seu dia-a-dia. Apenas, quem já foi a um oftalmologista e tenha visto uma receita, seria capaz de identificá-la. Visto que, na

turma onde foi aplicado o Produto Educacional, apenas, 2 alunos usavam óculos. Mesmo sendo possível alguns deles, terem familiares com alguma deficiência visual e eles terem visto alguma receita dos mesmos.

Nessa questão se verifica que, dos 19 alunos avaliados, apenas dois alunos responderam: Um respondeu correto (uma tabela de grau de óculos) e o outro respondeu errado (significa uma tabela de Química). Os outros deixaram a questão em branco. Exemplifica-se na Figura 30.

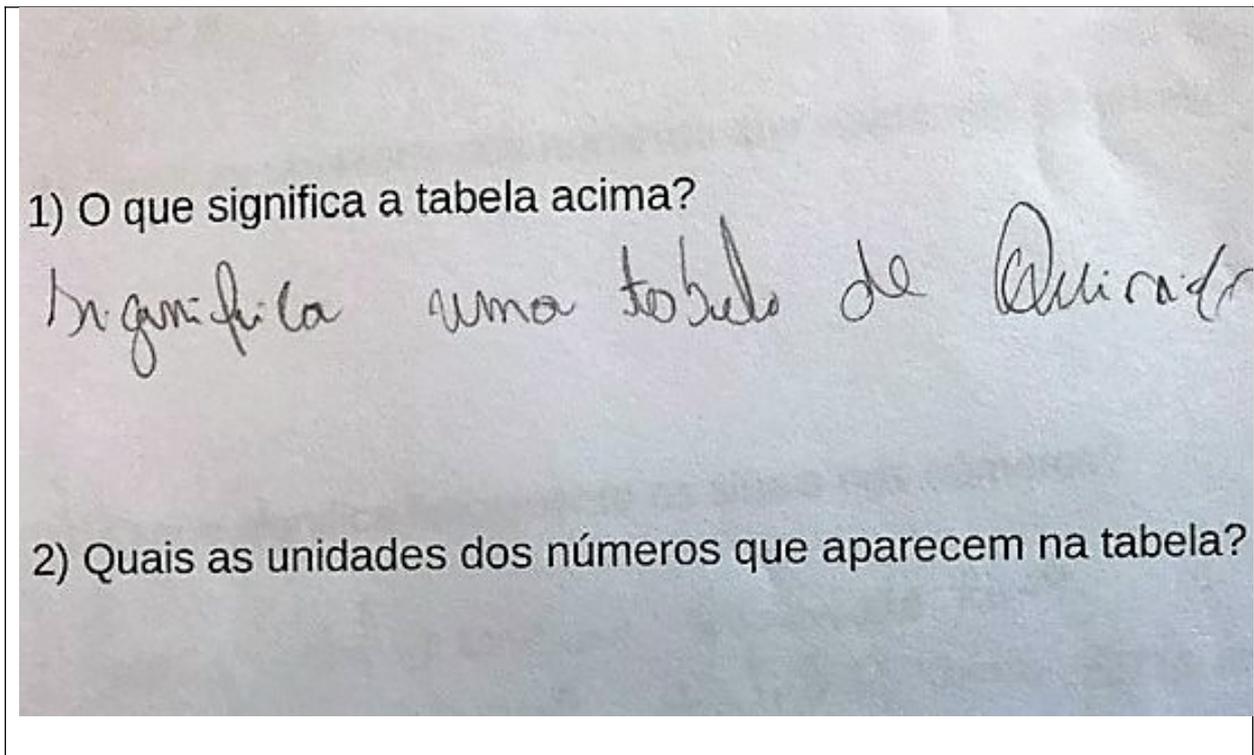


Figura 30 – Exemplo da resposta da questão 1 do pré-teste.
Fonte: O autor

4.1.1.2 Questão 2: Quais as unidades dos números que aparecem na tabela?

Ao propor essa questão, esperava-se não obter resposta de nenhum dos alunos. Por não ser algo comum no cotidiano deles. Dos 19 alunos, realmente nenhum respondeu esta questão.

4.1.1.3 Questão 3: O que significa fisicamente os sinais nos números?

Assim, como na questão 2. Esperava-se que os alunos não soubessem responder essa questão, pois geralmente, eles vêm sinais acompanhando números em equações ou expressões numéricas. Sem uma explicação prévia seria difícil saberem o significado.

Dos 19 alunos, 1 respondeu essa questão, mas não foi satisfatório. Como podem observar na Figura 31. Essa resposta teria algum sentido se estivesse sido dada na questão nº 2, questão que indaga sobre as unidades dos números apresentados na tabela. Mas a resposta dada pelo aluno para a questão 3, demonstra que ele conhece algum dado relacionado à uma receita oftalmológica.

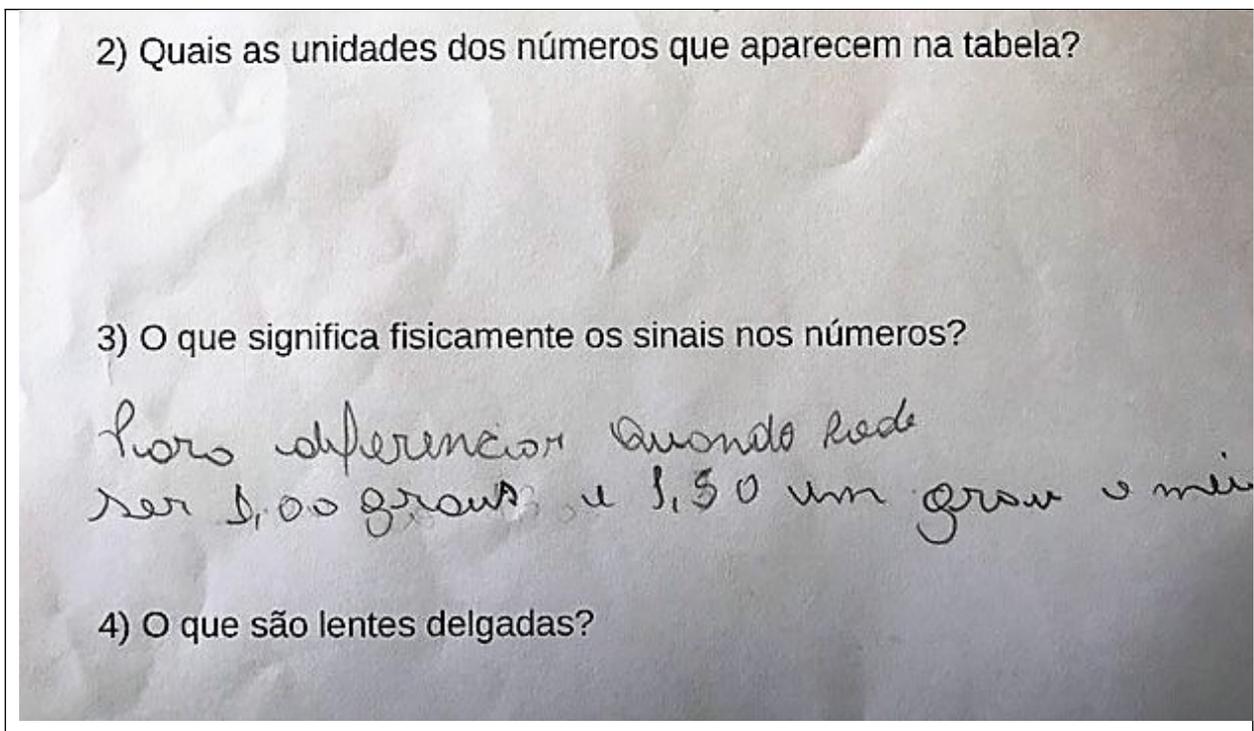


Figura 31- Resposta da questão 3 do pré-teste pelo único aluno que tentou responder dos 19 participantes.

Fonte: O autor

4.1.1.4 A questão 4: O que são lentes delgadas?

Ao propor esta questão, esperava-se que poucos alunos soubessem responder, o termo “delgadas”, alguns podem conhecê-lo. No entanto, dos 19 alunos da turma, nenhum respondeu essa questão.

4.1.1.5 Questão 5: Quais as deficiências visuais que vocês conhecem?

Ao propor esta questão, esperava-se obter respostas de cerca de 50% alunos. Dos 19 alunos, 10 responderam à questão totalizando 52,6%. Desses 10 alunos, 60% responderam, miopia e catarata, 20% responderam catarata, 10% responderam cegueira e 10% respondeu astigmatismo, miopia e catarata. Praticamente, a metade dos alunos responderam alguma deficiência visual. Esse resultado mostra, que, mesmo, não possuindo deficiências visuais, os alunos possam ter pessoas na família que possuam algumas doenças visuais. Ou ainda, que eles tenham ouvido ou visto alguma dessas deficiências nas mídias. A Figura 32, representa as respostas dos 6 alunos que responderam semelhantes. A Figura 33, representa as respostas dos 2 alunos que responderam catarata. A Figura 34, mostra a resposta de 1 aluno que respondeu cegueira e a Figura 35, mostra a resposta de 1 aluno que respondeu os três tipos de doenças.

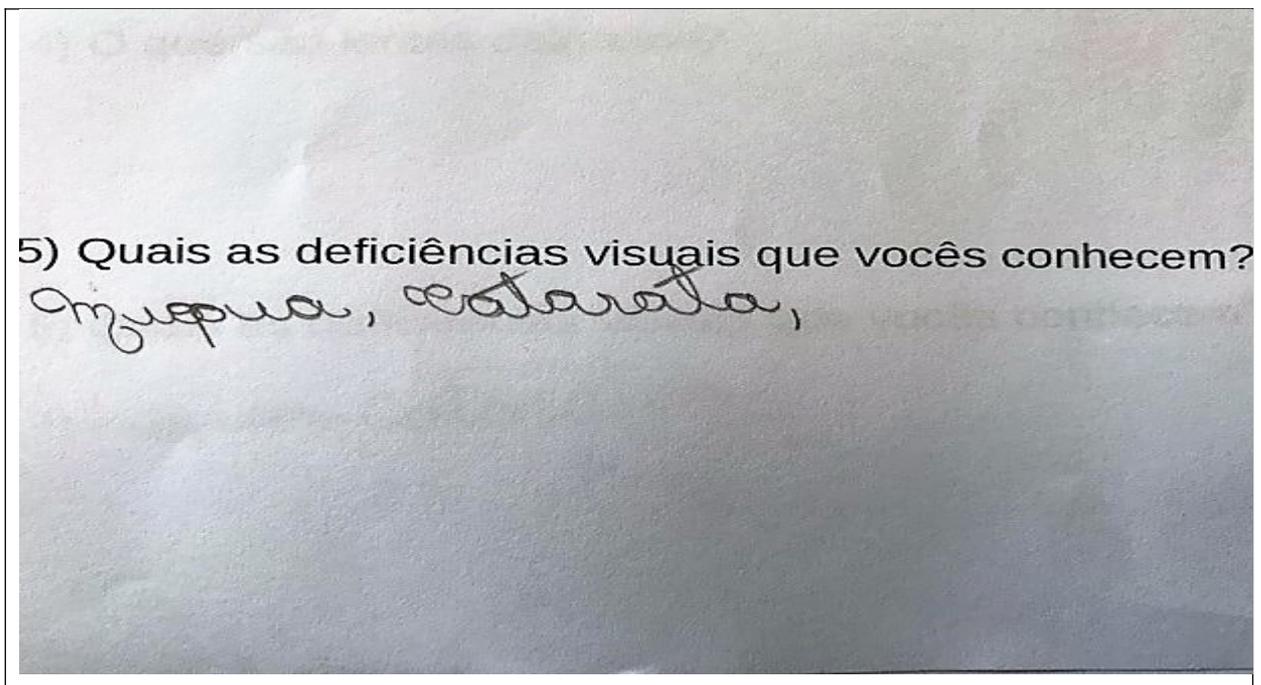


Figura 32 – Exemplo de resposta da questão 5 do pré-teste dos 6 alunos que responderam de forma semelhantes.

Fonte: O autor

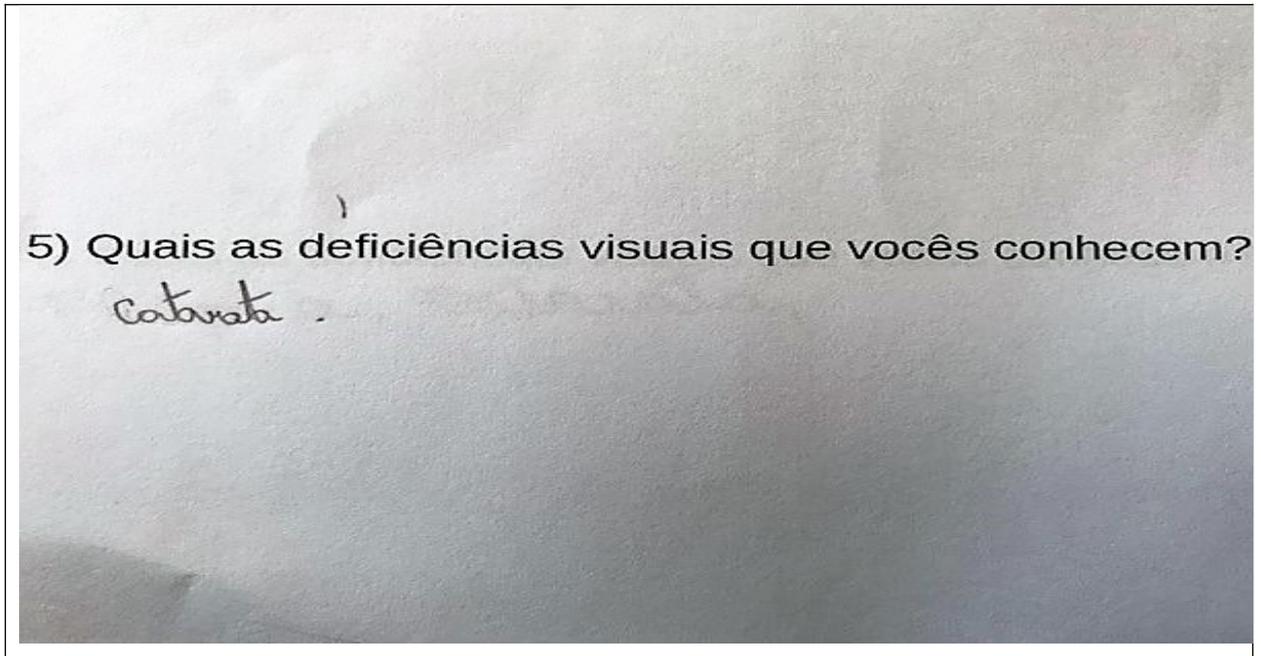


Figura 33 – Exemplo da resposta da questão 5 do pré-teste dos dois alunos que responderam catarata.

Fonte: O autor

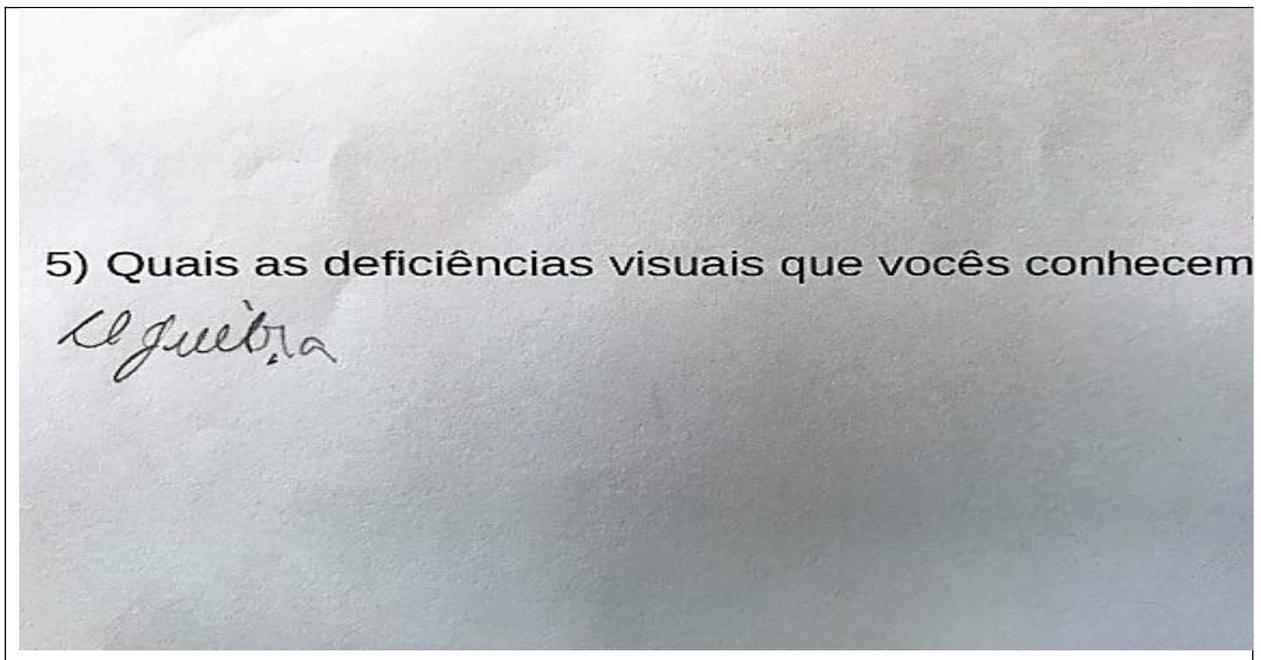


Figura 34 – Resposta da questão 5 do pré-teste do único aluno que respondeu cegueira.

Fonte: O autor

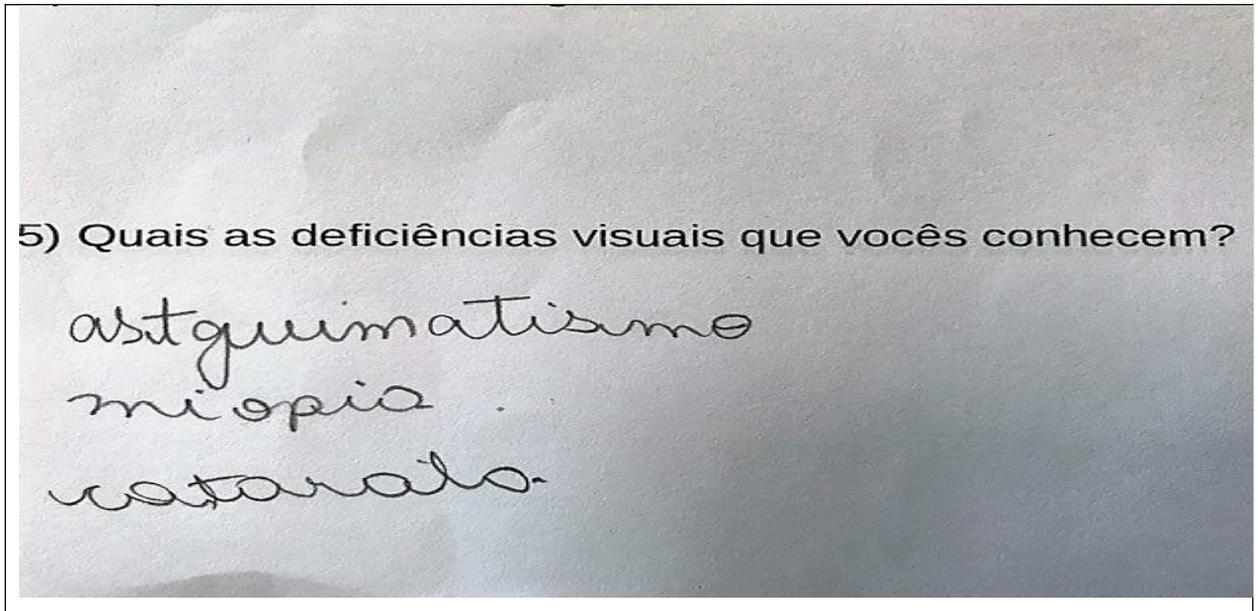


Figura 35 – Resposta da questão 5 do pré-teste do único aluno que se referiu a astigmatismo, miopia e catarata.
Fonte: o autor

Para sintetizar os dados obtidos na pesquisa classificou-se e organizou-se em uma tabela (Tabela 10) as respostas dos alunos em três categorias: Satisfatória (S), (especificamente na questão 5, é responder pelo menos uma deficiência visual), parcialmente satisfatória (P) e insatisfatória (I).

Tabela 10 – Classificação das respostas dos alunos no questionário 1. Em que S – satisfatória ; P- parcialmente satisfatória e I – insatisfatória.

Aluno	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5
A1	I	I	I	I	P
A2	I	I	I	I	P
A3	I	I	I	I	I
A4	S	I	I	I	S
A5	I	I	I	I	S
A6	I	I	I	I	S
A7	I	I	I	I	S
A8	I	I	I	I	I
A9	I	I	I	I	I

A10	I	I	I	I	I
A11	I	I	I	I	S
A12	I	I	I	I	S
A13	I	I	I	I	I
A14	I	I	I	I	I
A15	I	I	I	I	I
A16	I	I	I	I	S
A17	I	I	I	I	S
A18	I	I	I	I	I
A19	I	I	I	I	I

Fonte: a autora

Essa pesquisa buscou fornecer subsídios ao professor para introduzir os conceitos de Física Geométrica para ler uma receita oftalmológica, identificando as deficiências visuais e as devidas lentes corretoras. Para tanto, explanou-se uma série de conteúdos referentes como, refração, lentes esféricas delgadas, anatomia interna e fisiologia do olho humano, várias deficiências visuais e tipos de receitas oftalmológicas, utilizando a luz da teoria da aprendizagem significativa, de David Ausubel. Para avaliar a aprendizagem dos alunos aplicou-se um pré-teste e um pós-teste.

Ao avaliar a questão 1 do pré-teste, pode-se notar que dos 19 alunos que participaram do estudo, 1 aluno demonstrou compreender que a tabela apresentada na questão era uma receita oftalmológica, o restante não conhecia.

Ao avaliar a segunda questão do pré-teste, pode-se notar que praticamente todos 19 alunos, não responderam essa questão, mostrando que eles não tinham idéia do que se tratava.

Da mesma forma, a terceira e a quarta questão do pré-teste, não foram respondidas corretamente pelos alunos, ou seja, nem foram respondidas. E dos 19 alunos, apenas um, tentou responder à questão 3. Assim, como na questão 2, nota-se desconhecimento de tais conceitos.

Ao avaliar a quinta questão, nota-se que, dos 19 alunos, 10 deles conhecem alguma deficiência visual indicando que eles podem ter alguém na família que possui alguma deficiência visual, ou devem ter ouvido em algum local ou meios de comunicação.

Com relação as cinco questões propostas no pré-teste, a pretensão era que os alunos não soubessem, ou soubessem muito pouco sobre os conceitos envolvidos. Para que depois da explanação do trabalho avaliasse a evolução no processo de ensino e aprendizagem. E pelo que foi exposto, conclui-se que poucos sabiam algum conceito relacionado aos termos presentes em uma receita oftalmológica.

4.1.2 Análise das respostas das questões do pós-teste:

Após as explicações do conteúdo relacionado as lentes delgadas, a anatomia e fisiologia do olho humano e das deficiências visuais, foi entregue aos alunos o pós-teste, responderam as questões e devolveram os testes com todas as questões respondidas.

4.1.2.1 Questão 1: Quais as unidades dos números que aparecem na tabela?

Esperava-se que, todos os 19 alunos respondessem essa questão. E 100% deles responderam corretamente. A Figura 36, mostra esse resultado (representando a resposta de todos os alunos). Foi considerado um resultado, satisfatório, indica que eles entenderam as medidas usadas na confecção das lentes.

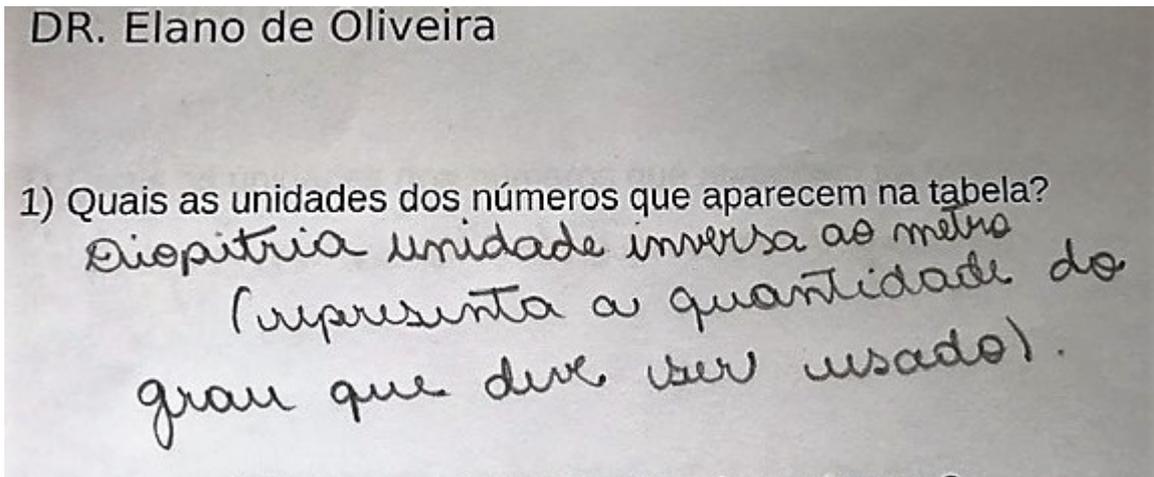


Figura: 36 – Exemplos de respostas da questão 1 do pós-teste dos 100% de acertos.

Fonte: o autor

4.1.2.2 Questão 2: Quais as deficiências visuais que vocês conhecem?

Esperava-se que todos os 19 alunos responderam corretamente. E 100% deles responderam. Dos 100%, 10% dos alunos, responderam o nome de duas deficiências, apenas, e 90% do restante, responderam entre 3 e 9, deficiências das que foram apresentadas a eles. As respostas estão representadas na figura 37. Esse resultado foi considerado satisfatório.

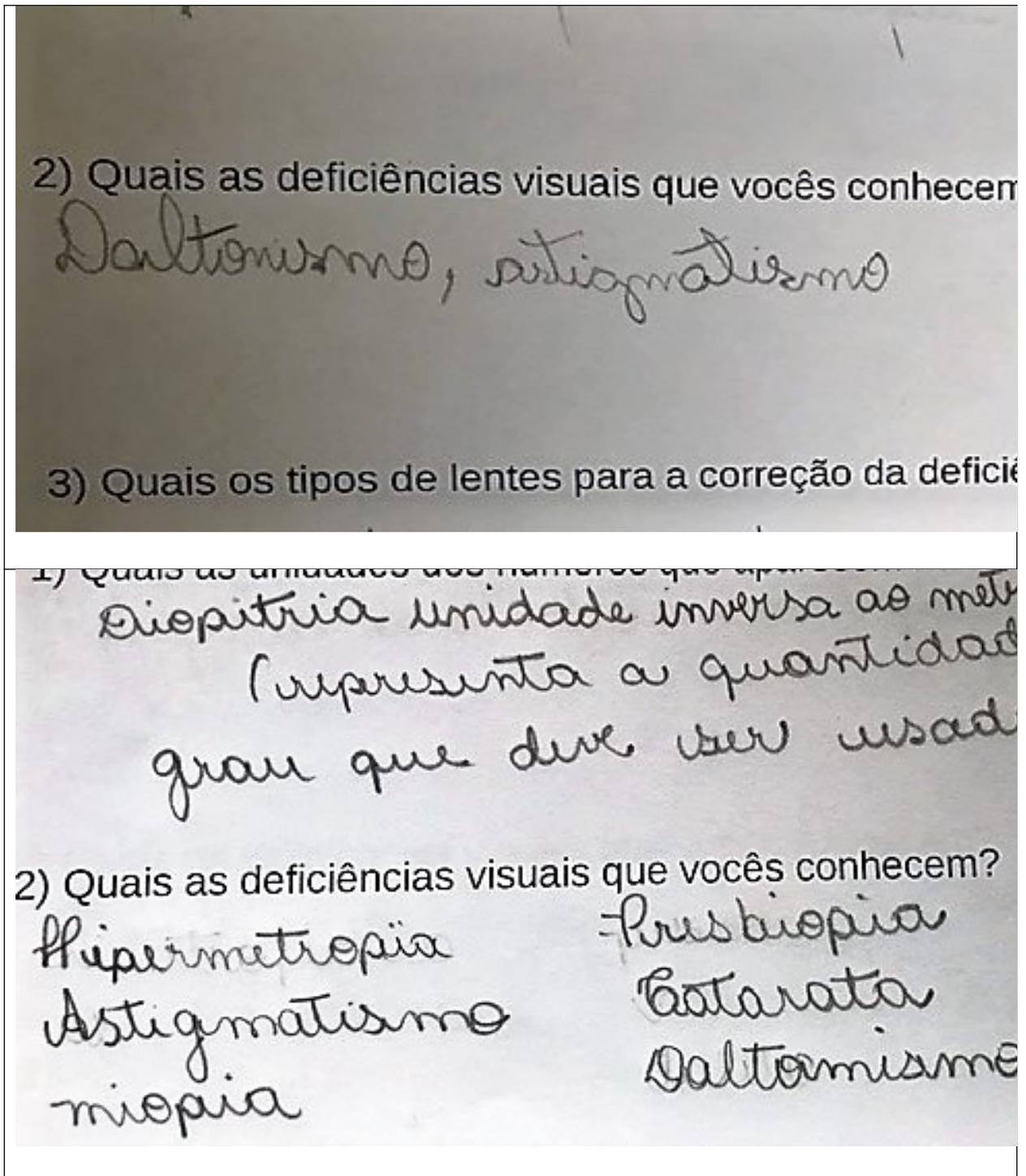


Figura 37 – Exemplos de respostas da questão 2 do pós-teste dos 100% de acertos.

Fonte: o autor

4.1.2.3 Questão 3: Quais os tipos de lentes para a correção da deficiência dessa pessoa?

Nesta análise observa-se que 73,7% dos alunos responderam corretamente, divergente e cilíndrica, e 21,1% alunos responderam parcialmente correto, divergente, convergente e cilíndrica, 5% alunos responderam parcialmente correto – convergente e divergente. (Figura 38). Esse resultado, mostra que a maioria dos alunos, entenderam o significado dos sinais que acompanham os números como indicação do tipo de lente corretora para as deficiências apresentadas.

Mas, também indica, que há necessidade de aprimorar o trabalho para atingir os 100% dos alunos. Nas explicações poderia ter proporcionado aos alunos mais interação com os objetos apresentados, como as lentes convergentes e divergentes de acrílico (Figura 14), que foram usadas para demonstrar a luz monocromática do laser vermelho atravessando as lentes.

As múltiplas aprendizagens explicam, que cada um aprende de uma forma, enquanto uns são mais visuais, outros são mais auditivos, ou ainda, podem ser sinestésicos, que são os que aprendem com o toque aos objetos.

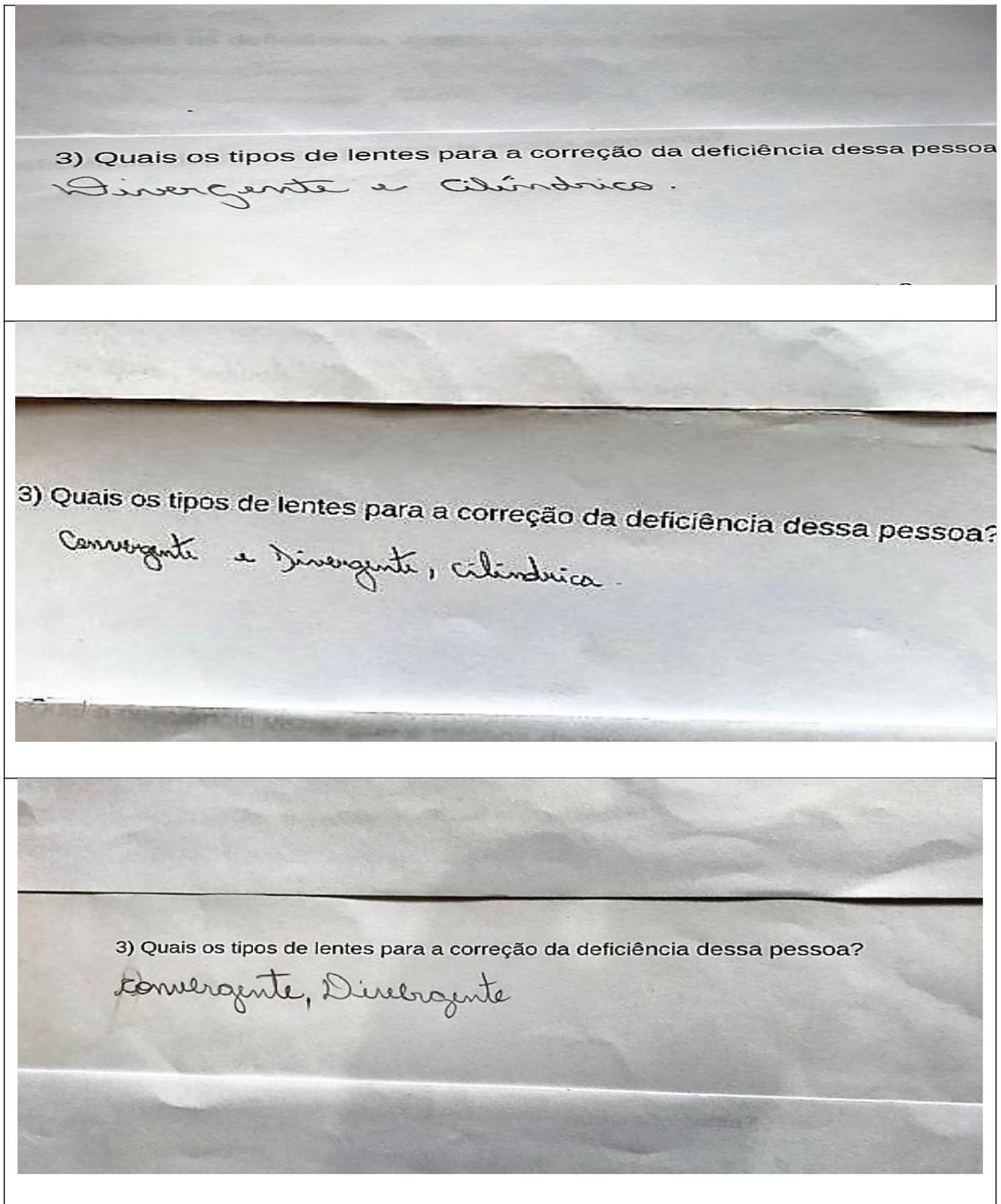


Figura 38 – Exemplos de respostas da questão 3 do pós-teste.
Fonte: o autor

4.1.2.4 Qual a deficiência visual que a pessoa da receita apresenta?

A questão nº 4 foi respondida corretamente por 78,9% alunos, miopia e astigmatismo, e 21,1% dos alunos responderam parcialmente correto, miopia. Os resultados estão representados na Figura 39. Analisando esses dados, nota-se que os 21,1% dos alunos que responderam apenas miopia, ainda precisariam de explicações mais detalhadas sobre as lentes cilíndricas. Como a abordagem principal foi nas lentes delgadas esféricas, pode-se considerar satisfatória as respostas obtidas. Constata-se que, tenham identificado apenas o tipo de lente esférica e não a cilíndrica.

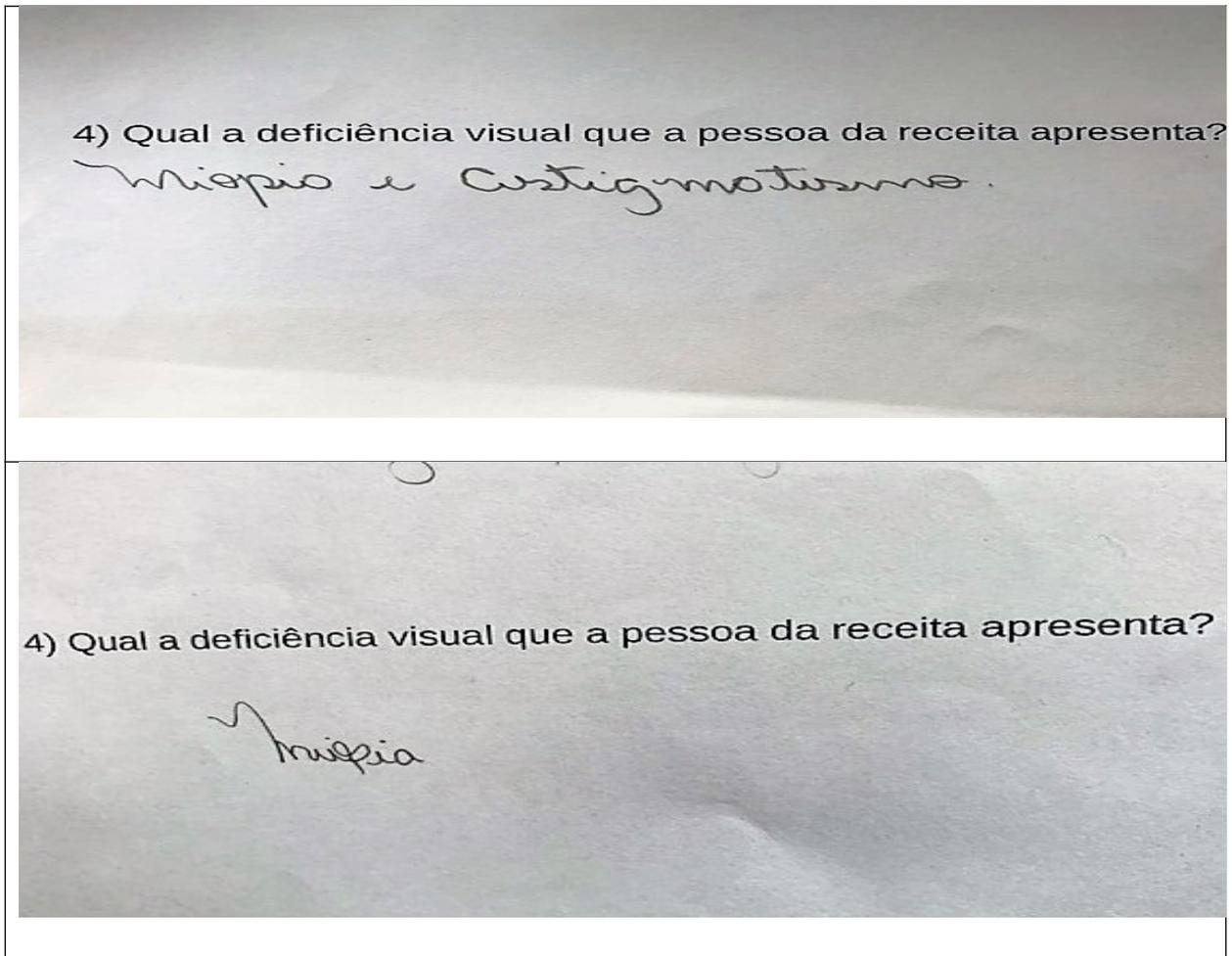


Figura 39 – Exemplos de respostas da questão 4 do pós-teste.
Fonte: o autor

Para sintetizar os resultados obtidos da pesquisa utilizou-se a mesma forma de classificação do pré teste (Tabela 10), os resultados estão apresentadas na Tabela 11 as respostas dos alunos em três categorias: Satisfatória (S), parcialmente satisfatória (P) e insatisfatória (I).

Tabela 11 – Classificação das respostas dos alunos no questionário 2. Em que, S - satisfatória; P - parcialmente satisfatória e I - insatisfatória.

Aluno	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4
A1	S	S	S	S
A2	S	S	P	S
A3	S	S	S	S
A4	S	S	S	S
A5	S	S	S	S
A6	S	S	S	S
A7	S	S	S	S
A8	S	S	S	S
A9	S	S	S	S
A10	S	S	S	S
A11	S	S	S	S
A12	S	S	S	S
A13	S	S	S	S
A14	S	S	S	S
A15	S	S	S	P
A16	S	S	P	P
A17	S	S	P	P
A18	S	S	P	P
A19	S	S	S	S

Fonte: o autor

Ao avaliar a questão 1 do pós teste, pode notar que dos 19 alunos que realizam a atividade, 100% deles, demonstraram compreender o conceito de unidades de medidas presentes na tabela da receita oftalmológica.

Ao avaliar a questão 2 do pós-teste, nota-se que dos 19 alunos que participaram da atividade, todos responderam essa questão. Uns responderam duas deficiências, outros três deficiências, e a maioria responderam quase todas as

deficiências que foram explanadas durante a aplicação do produto educacional. Mostra que houve compreensão desses conceitos durante o processo.

Na terceira questão do pós-teste, a maioria dos 19 alunos forneceram as respostas corretas. Mas, três alunos responderam parcialmente correto, desses alunos, dois responderam convergente, divergente e cilíndrica, e um respondeu divergente e convergente. Nota-se tais alunos não compreenderam tais termos, não conseguindo diferenciá-los completamente. Os três alunos não conseguiram distinguir divergente de convergente, e um aluno não identificou a lente cilíndrica.

Ao avaliar a quarta questão do pós-teste, observa-se uma boa evolução da aprendizagem dos conceitos relacionados as lentes esféricas delgadas. Dos 19 alunos que participaram da atividade, quatorze responderam corretamente essa questão, e quatro alunos responderam parcialmente correta a questão, identificando apenas a deficiência que tem sua correção feita por uma lente delgada esférica. Nota-se um resultado bem satisfatório.

4.1.3 Comparação das respostas das questões semelhantes do pré-teste e do pós-teste:

Os testes apresentam três questões semelhantes:

A questão 2 do pré-teste é semelhante a questão 1 do pós-teste.

A questão 3 do pré-teste é semelhante a questão 3 do pós-teste.

A questão 5 do pré-teste é semelhante a questão 2 do pós-teste.

4.1.3.1 Questão 2 do pré-teste: Quais as unidades dos números que aparecem na tabela? E questão 1 do pós-teste: Quais as unidades dos números que aparecem na tabela?

No pré-teste, dos 19 alunos, 0% respondeu esta questão. Já no pós teste, 100% dos alunos responderam esta questão, demonstrando que houve aprendizagem dos conceitos apresentados a eles.

4.1.3.2 Questão 3 do pré-teste: O que significa fisicamente os sinais nos números? E questão 3 do pós-teste: Quais os tipos de lentes para a correção da deficiência dessa pessoa?

No pré-teste, dos 19 alunos, apenas 1 respondeu esta questão, mas insatisfatória. Já no pós-teste, 73,7% dos alunos responderam corretamente, divergente e cilíndrica, e 21,1% alunos responderam parcialmente correto, divergente, convergente e cilíndrica, 5% alunos responderam parcialmente correto – convergente e divergente. Esses resultados, mostram que a maioria dos alunos, entenderam o significado dos sinais presentes nos números como indicação do tipo de lente corretora para as deficiências apresentadas numa receita oftalmológica.

4.1.3.3 Questão 5 do pré-teste: Quais as deficiências visuais que vocês conhecem? E Questão 2 do pós-teste: Quais as deficiências visuais que vocês conhecem?

No pré-teste, dos 19 alunos, 10 responderam à questão totalizando 52,6%. Desses 10 alunos, 60% responderam, miopia e catarata, 20% responderam catarata, 10% respondeu cegueira e 10% respondeu astigmatismo, miopia e catarata. Nota-se que, a metade dos alunos responderam alguma deficiência visual. Já no pós-teste, dos 19, 100% deles responderam. Desses 100%, 10% dos alunos, responderam o nome de duas doenças, apenas, e 90% do restante, responderam entre 3 e 9, doenças das que foram apresentadas a eles. Este resultado mostra que os alunos que não conheciam nenhuma deficiência na questão do pré-teste, passaram a conhecer algumas deficiências visuais, e os que já conheciam alguma deficiência visual, passaram a conhecer outras deficiências.

Para sintetizar os resultados da comparação das respostas do pré e pós-testes, organizou-se uma tabela (Tabela 12) das respostas dos alunos em três categorias: Satisfatória (S), parcialmente satisfatória (P) e insatisfatória (I).

Tabela 12 – Comparação das respostas das questões semelhantes do pré e do pós-teste. Em que, S - satisfatória; P -parcialmente satisfatória e I - insatisfatória.

Aluno	Q2 Pré	Q1 Pós	Q3 Pré	Q3 Pós	Q5 Pré	Q2 Pós
A1	I	S	I	P	P	S
A2	I	S	I	P	P	S
A3	I	S	I	S	I	S
A4	I	S	I	S	S	S
A5	I	S	I	S	S	S
A6	I	S	I	S	S	S
A7	I	S	I	S	S	S
A8	I	S	I	S	I	S
A9	I	S	I	S	I	S
A10	I	S	I	S	I	S
A11	I	S	I	S	S	S
A12	I	S	I	S	S	S
A13	I	S	I	S	I	S
A14	I	S	I	S	I	S
A15	I	S	I	S	I	S
A16	I	S	I	P	S	S
A17	I	S	I	P	S	S
A18	I	S	I	P	I	S
A19	I	S	I	S	I	S

Fonte: o autor

Ao comparar as respostas da questão 2 do pré-teste com as respostas questão 1 do pós-teste, é notável que houve aprendizagem dos conceitos apresentados aos alunos.

Na comparação das respostas da questão 3 do pré-teste com as respostas da questão 3 do pós-teste, nota-se que a maioria dos alunos compreenderam os conceitos dos termos apresentados a eles, verificando que no pré-teste apenas 1 aluno tinha respondido a essa questão e ainda que insatisfatoriamente. E no pós-teste 14 alunos responderam corretamente e apenas 5 alunos responderam parcialmente correto.

Na comparação das respostas da questão 5 do pré-teste com as respostas da questão 2 do pós-teste, nota-se uma boa evolução da aprendizagem dos alunos. Nas respostas do pré-teste 10 alunos responderam a essa questão, sendo que 8 deles responderam especificamente alguma deficiência visual, e 2 responderam apenas cegueira, que não caracteriza uma deficiência visual, mas pode ser a causa de algumas das deficiências visuais quando não tratada corretamente. Já nas respostas do pós-teste, os 19 alunos responderam a essa questão, 2 alunos responderam 2 deficiências apenas, e os outros alunos responderam entre 3 e 9 deficiências visuais.

5. Considerações Finais

Pontos positivos: - Conheceram a receita oftalmológica;
- Conheceram a anatomia e fisiologia do olho humano;
- Aprenderam o que é dioptria;
- Aprenderam lentes convergentes e lentes divergentes e uma aplicação no cotidiano;
- Conheceram diversas deficiências visuais.

Este produto pode ser usado em aulas de Física, lentes com aplicação no olho humano, ou em aulas de Biologia, o olho humano com explicações das lentes corretoras e nas deficiências visuais.

Os resultados das atividades realizadas no questionário do pós-teste, mostraram que a maioria dos alunos obtiveram resultados satisfatórios. Mesmo que, 15,7% dos alunos não conseguiram distinguir lente convergente de lente divergente, ou ainda não tenham entendido os sinais (+) e (-) o resultado é bastante positivo. Significa também que, o trabalho pode ser melhorado.

Concluimos que a aprendizagem poderia ter sido mais significativa se tivéssemos adotado também, uma abordagem experimental para conteúdo de tipos lentes. Poderíamos ter formado grupos e oferecido uma aula prática, para que os próprios alunos pudessem manusear os objetos. Dessa forma, os alunos, teriam interação com os materiais e também com os colegas do grupo. Essa ação foi sugerida nas considerações finais do produto educacional. Como consequência aumentaria o campo de aplicação, o que é um fato positivo.

Após o término desse curso, com a produção e aplicação do produto educacional, nota-se que é possível mudar a nossa prática docente. Entende-se a necessidade de levar-se em conta a bagagem que os alunos trazem consigo sobre os diversos conteúdos que temos que desenvolver com os mesmos. E também a necessidade, de proporcionar aos alunos, o conhecimento científico, na desconstrução de conceitos errôneos que eles trazem consigo. Permitindo que possam participar da construção de seus próprios conhecimentos.

Conclui-se também que, deve-se usar diversas formas de metodologias, na explanação dos conceitos científicos, para que a maioria dos alunos sejam atingidos. Constatando-se que todos não aprendem da mesma forma. Aconselha-se a utilização de metodologias visuais, auditivas e sinestésicas.

Referências:

ALMEIDA, Józse Luis Vieira de; Treviso, Vanessa Cristina. O conhecimento em Jean Piaget e a educação escolar. Cadernos de Educação: Ensino e Sociedade. Bebedouro-SP, p. 233-234, 2014. Disponível em: <http://unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/cadernodeeducacao/sumario/31/04042014074544.pdf>. Visitado em: 03/12/2018.

BONJORNO, José Roberto. et al. Física: termologia, óptica, ondulatória, 2.º ano – 3. Ed. Vários autores . São Paulo: FDT, 2016.

CANTO, Eduardo Leite. Ciências Naturais: Aprendendo com o cotidiano. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2009.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa. et al. Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática. Vários Autores. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

D`ESPÍNDOLA, Vamilson Souza. A Importância do Conhecimento Científico. 2009. Disponível em: <https://www.webartigos.com/artigos/a-importancia-do-conhecimento-cientifico/18633>. Visitado em: 03/12/2018.

GASPARIN, João Luiz. Uma Didática para a Pedagogia Histórico-Crítica. 3. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2002.

GHEDIN, Evandro; Macedo, Adalucia dos Santos Gomes: O papel da Educação Científica no Percurso formativo dos Mestrados. Disponível em: http://www.infoteca.inf.br/endipe/smarty/templates/arquivos_template/upload_arquivos/acervo/docs/3747d.pdf. Visitado em 03/12/2018.

GONÇALVES, Filho Aurélio. Física volume único: Ensino Médio. Carlos Toscano. São Paulo: Scipione, 2005. 1.ª Ed.

LINHARES, Sérgio. et al. Biologia hoje. 3. Ed. São Paulo: Ática, 2016.

MOREIRA, Marco Antonio , Aprendizagem Significativa: A teoria de David Ausubel/ Marco A. Moreira, Elcie F. Salzano Masini. São Paulo: Moraes, 1982

RICARDO, Elio C; Fleire, Janaína C. A.: A concepção dos alunos sobre Física do ensino médio: Um estudo exploratório. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v29n2/a10v29n2.pdf>. Visitado em: 02/12/2018.

ROCHA, José Fernando M., Origens e Evolução das Ideias da Física. Salvador: EDUFBA, 2002.

SILVA, Teresinha Gladenice Da. Importância do Conhecimento Científico. 2008. Disponível em: <http://www.artigos.com/artigos-academicos/2928-a-importancia-do-conhecimento-cientifico>. Visitado em: 03/12/2018.

SANTOS, Renato Rodrigues. Problemas de Fermi nas aulas de Física: Estratégias para resolução de problemas de estimativas. UEM, 2017.

TIPLER, Paul Alan. Física para cientistas e engenheiros, Gene Mosca, v.2: eletricidade e magnetismo; óptica; tradução Fernando Ribeiro da Silva, Mauro Speranza Neto. Rio de Janeiro: 3v.: Il. LTC, 2006.

VIEIRA, Regina Célia Moraes. A Epistemologia Proposta por Vigotsky e Suas Implicações para o Ensino de Ciências. In: Ghedin, Evandro. Teorias Psicopedagógicas do Ensino Aprendizagem. Boa Vista: UERR, 2012. p. 139-153. Disponível em: http://nelsonreyes.com.br/Teorias_Psicopedagogicas_Evandro_Ghedin.pdf. Visitado em: 03/12/2018.

VILLATORRE, Aparecida Margalhães. Didática e avaliação em Física. Ivanilda Higa, Silmara Denise Tychanowicz. São Paulo: Saraiva, 2009. 166 p.

ZABALA, Antoni, A Prática Educativa: Como Ensinar/ Antoni Zabala; trad. Ernani F. da F. Rosa – Porto Alegre: ArtMed, 1998.

WALKER, Jearl. O Grande Circo da Física. Coleção Aprender Fazer Ciência. 2.ed Lisboa: Gradiva, 2001.

Sites:

Disponível em: <<http://www.opticaestadio.com/consultorio.html>> Acesso em 20 de agosto de 2018.

Disponível em:
<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Refracaodaluz/leis_de_refracao.php>
Acesso em 20 de agosto de 2018.

Disponível em: <<https://www.medicinamitoseverdades.com.br/blog/a-miopia-piora-com-a-idade>> Acesso em 20 de agosto de 2018.

Disponível em: <<https://www.nursing.com.br/wp-content/uploads/2017/06/olho-normal-com-astigmatismo.jpg>> Acesso em 13 de agosto de 2018.

Disponível em: <www.alemanoftalmologia.com.br/images/miopia_g.jpg> Acesso em 20 de agosto de 2018.

Disponível em: <<https://www.fisioterapiaparatodos.com/p/wp-content/uploads/2014/06/bigstock-Presbyopia-eye-condition-Alila1-400x536.jpg>> Acesso em 20 de agosto de 2018.

Disponível em: <<https://blogs.ne10.uol.com.br/casasaudavel/2016/06/27/cocar-os-olhos-pode-agravar-deformidade-na-cornea-e-aumentar-grau-de-astigmatismo/>>
Acesso em 13 de agosto de 2018.

Disponível em: <<https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/astigmatism-corrected-by-a-cylindrical-lens-vector-10364052>> Acesso em 13 de agosto de 2018.

Disponível em: <<http://indiferentesnunca.blogspot.com/2009/05/estrabismo.html>>
Acesso em 04 de dezembro de 2018.

Disponível em: <<http://www.hoftalmo.com.br/hoftalmo/content/tirando-suas-d%C3%Aavidas-%E2%80%93-cirurgia-de-catarata>> Acesso em 04 de dezembro de 2018.

Disponível em: <<https://slideplayer.com.br/slide/11999234/>> Acesso em 20 de agosto de 2018.

Disponível em: <<https://centrooftalmologicomg.com.br/glaucoma/>> Acesso em 20 de agosto de 2018.

Disponível em: <<https://www.hospitalver.com.br/subespecialidade/ceratocone/>>
Acesso em 20 de agosto de 2018.

Disponível em: <<http://gshow.globo.com/Bastidores/noticia/2016/05/drfernandoresponde-tabela-mostra-os-tipos-de-daltonismo.html>> Acesso em 20 de agosto de 2018.

Disponível em: <<http://whoatastic.com/different-types-color-blindness-photos-3/>>
Acesso em 20 de agosto de 2018.

Disponível em: [en.m.wikipedia.org/ List of infractive índices](https://en.m.wikipedia.org/List_of_infractive_indices)>
Acesso em: 13 de julho de 2020.

APÊNDICE: PRODUTO EDUCACIONAL



Material Didático-Pedagógico

A RECEITA OFTALMOLÓGICA E AS LENTES NECESSÁRIAS PARA A CORREÇÃO DAS DEFICIÊNCIAS VISUAIS COMO UMA FERRAMENTA DE ENSINO

Cleuza Pereira de Oliveira e Breno Ferraz de Oliviera

MARINGÁ

Fevereiro/2020

APRESENTAÇÃO

Este material descreve uma sequência didática de 6 aulas (de 50 minutos cada), na qual se propõe trabalhar com alunos da segunda série do Ensino Médio, conceitos relacionados as lentes delgadas especificamente lentes esféricas, proporcionando aos alunos do ensino médio um aprendizado aplicado na vida cotidiana como a leitura de uma receita oftalmológica.

Como um complemento para a melhoria de sua aplicação, propõem-se um acréscimo de 2 a 4 aulas (dependendo do tamanho da turma), para a interação dos alunos com os materiais experimentais utilizados no lugar de ser meramente demonstrativos. Sendo uma proposta interdisciplinar, pois pode ser utilizado em aulas de Ciências, Física e Biologia. Cada uma com o foco referente ao conteúdo de sua componente curricular. Sendo estas: parte do corpo humano que são os olhos em Ciências e Biologia, e em Física o estudo de parte da óptica geométrica. A metodologia aqui citada segue a teoria de aprendizagem de David Ausubel (Moreira,) e em termos da SD o autor Zabala (Zabala,). Este material estará disponível para download na página do MNPEF/DFI/UEM (<http://www.dfi.uem.br/dfimestrado/?q=node/60>) e pode ser adaptado de acordo com a realidade de cada série pelo docente interessado.

1. Sequência didática

- Conteúdo: Refração, Lentes Delgadas, anatomia e fisiologia do olho humano e Deficiências Visuais.
- 1ª e 2ª Aula (1h40 min): Nesta aula sugere-se ao professor aplicar um pré-teste para saber o conhecimento prévio dos alunos. Em seguida explicar o conteúdo sobre refração e lentes esféricas delgadas.
- 3ª Aula (50 min): Explicar o conteúdo sobre anatomia e fisiologia do olho humano.
- 4ª e 5ª Aula (1h40 min): Apresentar aos alunos as deficiências visuais e as devidas lentes corretivas. E explicar os termos que aparecem em uma receita oftalmológica. Mostrar vários tipos de receitas oftalmológicas com lentes corretivas para diversas deficiências visuais.
- 6ª Aula (50 min): Sugere-se a aplicação do pós-teste para a verificação da aprendizagem.

2. Aplicação da Sequência Didática

Propõe-se iniciar a aula com a aplicação de um pré-teste, com o objetivo de avaliar o desenvolvimento dos alunos. Composto de cinco questões que são descritas a seguir:

Tabela 1: Questionário 1

		Esférico	Cilíndrico	Eixo	
Para	OD	-2,25			DP: _____ mm
Longe	OE	-1,75			
Para	OD				AD: _____ mm
Perto	OE				

Fonte: o autor

- 1) O que significa a tabela acima?
- 2) Quais as unidades dos números que aparecem na tabela?
- 3) O que significa fisicamente os sinais nos números?
- 4) O que são lentes delgadas?
- 5) Quais as deficiências visuais que vocês conhecem?

2.2 Texto de Apoio

A Física tem importância fundamental no desenvolvimento tecnológico, que proporciona, principalmente a nós seres humanos, conforto, praticidade e qualidade de vida. Várias tecnologias, desenvolvidas por ela, são usadas no cotidiano das pessoas. Apesar do uso que é feito de suas aplicações, não se tem o conhecimento que está utilizando algo desenvolvido por essa Ciência. Como por exemplo, em uma receita oftalmológica, que é apresentada ao paciente para adquirir um óculos, uma das tecnologias mais antigas desenvolvida pela Física Geométrica, trás termos nada fáceis de entendimento. Neste contexto, o objetivo é fazer com que os alunos compreendam tais termos, e consigam ler uma receita de óculos.

Com a pretensão de tornar a aprendizagem mais significativa, Moreira (2008) recomenda o uso de organizadores prévios que:

[...] são materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si. Contrariamente a sumários que são de um modo geral apresentados ao mesmo nível de abstração, generalidade e abrangência, simplesmente destacando certos aspectos do assunto, organizadores são apresentados em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade. (MOREIRA, 2008, p. 2)

Nesse sentido, propõe-se a explanação dos conceitos sobre refração, lentes delgadas, anatomia e fisiologia do olho humano, deficiências visuais e alguns exemplos de receitas oftalmológicas. Visando preparar a estrutura cognitiva do aluno, para ancorar o novo conceito compreendido, para que possam realizar o pós-teste com êxito.

2.2.1. Refração

Sugere-se ao professor iniciar com um slide mostrando a figura com uma foto de um lápis mergulhado em um copo com água até a metade. Pode-se observar na figura 1. Por ser uma situação que possa ser facilmente observada no cotidiano dos alunos. Explica-se o fato da aparência do lápis mergulhado no copo com água, parecer ter sido quebrado, demonstrando o fenômeno de refração. Em outro slide, pode ser demonstrado a refração explicada em uma figura didaticamente construída para um melhor entendimento desse fenômeno, mostrada na figura 40.



Figura 1 – Imagem fotográfica ilustrando o desvio da luz ao atravessar do ar para a água.

Fonte: o autor

A Física explica que, a velocidade da luz em um meio transparente, tal como o ar, a água ou vidro, é menor que a velocidade $c = 3 \times 10^8$ m/s no vácuo. Um meio

transparente é caracterizado pelo **índice de refração**, n , que é definido como a razão entre a velocidade de luz no vácuo, c , e a velocidade no meio, v :

$$n = c / v \quad (1)$$

Para a água, $n = 1,33$, enquanto para o vidro n varia na faixa de aproximadamente 1,50 até 1,66, dependendo do tipo de vidro. O índice de refração do ar é de aproximadamente 1,0003, então para vários propósitos pode-se assumir que a velocidade da luz no ar é a mesma que a velocidade da luz no vácuo.

Quando um feixe de luz atinge a superfície da fronteira separando dois meios diferentes, tal como a interface ar-vidro, parte de energia luminosa entra no segundo meio. Se a luz incidente não é perpendicular à superfície, o feixe transmitido não é paralelo ao feixe incidente. A variação na direção do raio transmitido é chamada de **refração**.

Na Figura 2, o raio que chega até a superfície é chamado de feixe incidente (FI), que forma o ângulo θ_1 com a normal, e o raio que entra no vidro é chamado de feixe refratado (FR), que forma o ângulo θ_2 , com a normal, esse ângulo é chamado de ângulo de refração. Quando uma onda cruza uma fronteira na qual a velocidade da onda é reduzida, como no caso da luz entrando no vidro a partir do ar, o ângulo de refração θ_2 é menor que o ângulo de incidência θ_1 , como mostrado na figura 2, o feixe refratado é curvado em direção à normal. Se por outro lado, o feixe de luz originado no vidro é refratado no ar, o feixe refratado é curvado para longe da normal (TIPLER, 2006, p. 380 e 381).

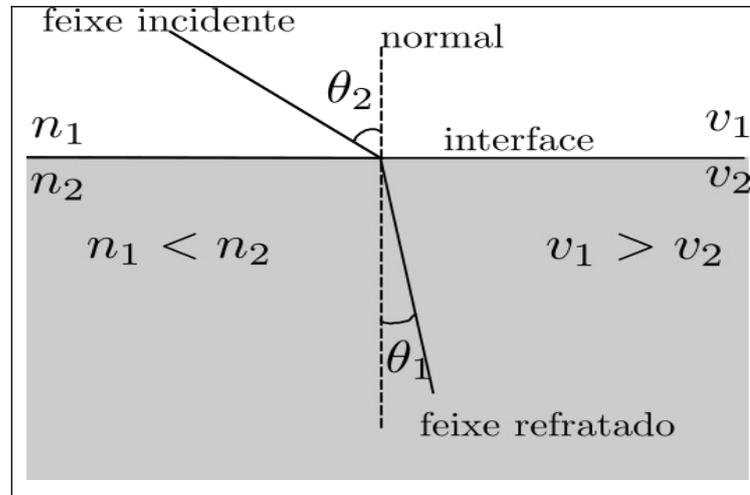


Figura 2 - Desenho esquemático representando o ângulo de incidência de um feixe de luz e o seu ângulo de refração ao atravessar de um meio para outro meio.

Fonte: o autor

O ângulo de refração θ_2 depende do ângulo de incidência e da velocidade relativa das ondas de luz nos dois meios. Se v_1 é a velocidade da onda no meio incidente e v_2 é a velocidade da luz no meio de transmissão, verifica-se experimentalmente que, os ângulos de incidência e de refração estão relacionados por:

$$1 / v_1 \sin \theta_1 = 1 / v_2 \sin \theta_2 \quad (2)$$

A equação (2) é válida para refração de qualquer tipo de onda incidente sobre a fronteira que separa dois meios.

Em termos dos índices de refração dos meios n_1 e n_2 , a equação (2) é dada por:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad (3)$$

Esse resultado é conhecido como lei de Snell ou lei da refração.

2.2.2. Lei de Snell

O resultado da equação (3), foi descoberto experimentalmente em 1621 pelo cientista holandês Willebrord Snell. E também foi descoberto independentemente, alguns anos depois, pelo matemático e filósofo francês René Descartes.

Para obter a Lei de Snell, pode-se usar o princípio de Huygens para refração. Observe a figura 3, que mostra uma onda plana incidente sobre uma interface ar-vidro. Aplica-se a construção de Huygens para encontrar a frente de onda

transmitida. A linha AP indica uma porção da frente de onda no meio 1 que atinge a superfície do vidro com um ângulo ϕ_1 . Usando que $\Delta x = V \cdot t$ é possível verificar que no tempo t , a onda secundária a partir de P se desloca pela distância $v_1 t$ e atinge o ponto B sobre a linha AB , separando os dois meios, enquanto a onda secundária a partir do ponto A se desloca por uma distância mais curta $v_2 t$ dentro do segundo meio. A nova frente de onda BB' não é paralela à frente original AP , porque as velocidades v_1 e v_2 são diferentes. Do triângulo APB ,

$$\text{sen } \phi_1 = v_1 t / AB$$

ou

$$AB = v_1 t / \text{sen } \phi_1 = v_1 t / \text{sen } \theta_1$$

usando o fato de que o ângulo ϕ_1 é igual ao ângulo de incidência θ_1 . Também, a partir do triângulo $AB'B$,

$$\text{sen } \phi_2 = v_2 t / AB$$

ou

$$AB = v_2 t / \text{sen } \phi_2 = v_2 t / \text{sen } \theta_2,$$

Em que $\theta_2 = \phi_2$ é o ângulo de refração. Igualando os dois valores para AB , obtém-se $\text{sen } \theta_1 / v_1 = \text{sen } \theta_2 / v_2$.

Substituindo $v_1 = c / n_1$ e $v_2 = c / n_2$ nessa equação e multiplicando por c , obtém-se $n_1 \text{sen } \theta_1 = n_2 \text{sen } \theta_2$, que é a lei de Snell (TIPLER, 2007, p. 297).

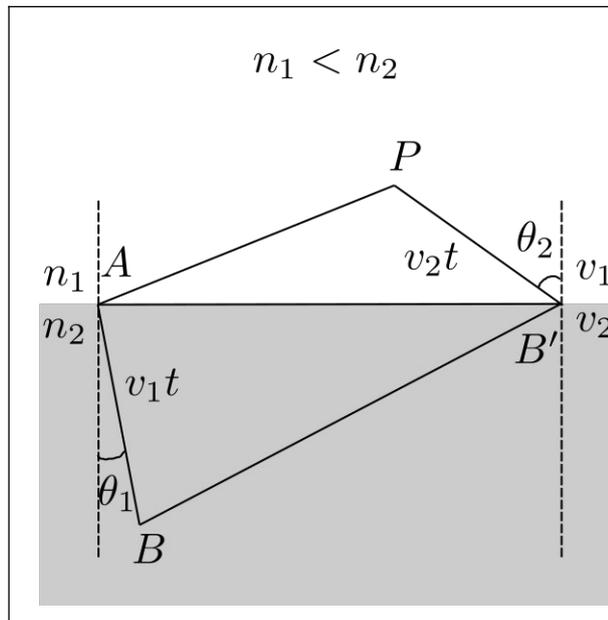


Figura 3 – Desenho esquemático representando a Lei de Snell.

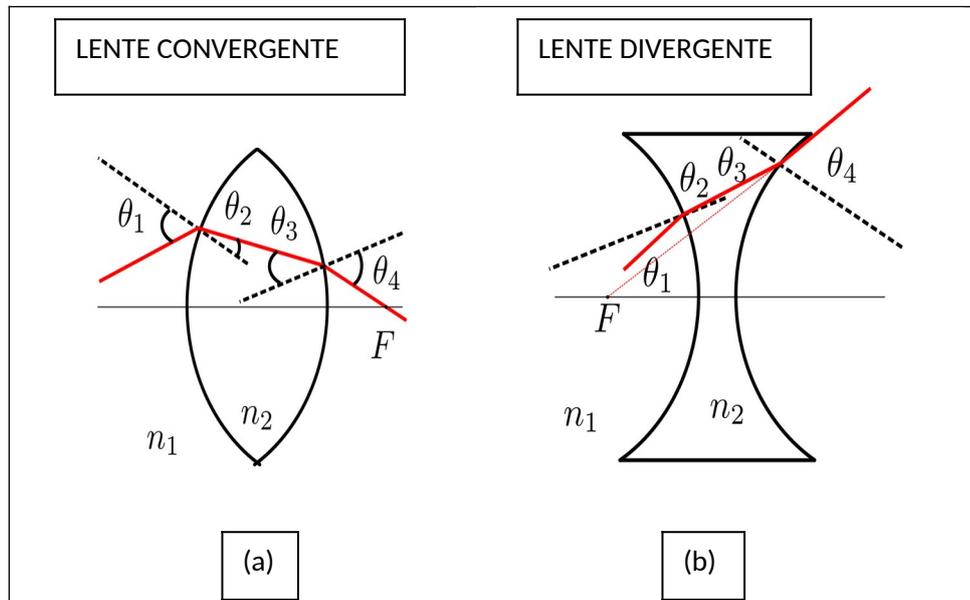
Fonte: o autor

2.2.3. Lentes delgadas

Sugere-se ao professor aplicar como as lentes delgadas são constituídas, e como ocorrem as refrações nas mesmas. Deve, também, mostrar alguns tipos de lentes de acrílico ou vidro (lentes que pode ser obtidas em óticas).

Elaboradas de materiais transparentes, as lentes mais comuns, são feitas de vidro, acrílico ou cristal, com um formato específico, capaz de desviar os raios luminosos de acordo com cada finalidade. (BONJORNO, 2016).

As lentes podem estar imersas no ar, como as de lupas, óculos ou telescópios. Nesses casos, a luz é refratada ao penetrar a lente, ou seja, sai do ar e entra no material que constitui a lente, ao atravessá-la, a luz é refratada pela segunda vez e volta a se propagar no ar. As duas refrações podem mudar a direção dos raios luminosos, produzindo imagens ampliadas ou reduzidas sem grandes deformações, (BONJORNO, 2016). Como demonstra a Figura 4.



Figuras 4 – Desenho esquemático representando feixes de luz convergindo em (a) e divergindo em (b).
Fonte: o autor

As lentes são classificadas de acordo com a sua espessura. Comparando a espessura da lente, as bordas podem ser delgadas ou espessas, e as faces podem ser côncavas, convexas ou planas.

Uma lente que é mais espessa no meio, do que nas extremidades é uma lente convergente (considerando que o índice de refração da lente é maior que aquele do meio da vizinhança), também é chamada de positiva, porque os raios que atinge uma lente convergente, são curvados em cada superfície e convergem no ponto focal (TIPLER, 2006, p. 423). A Figura 5, mostra um tipo de lente convergente e o comportamento de um feixe de luz ao atravessá-la.

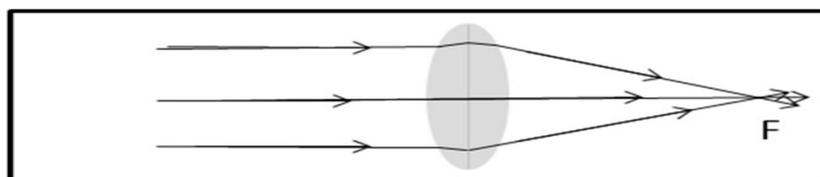


Figura 5 – Desenho esquemático de feixes de luz atravessando uma lente e convergindo em um foco.
Fonte: o autor

Uma lente que é mais estreita no meio do que nas extremidades é uma lente divergente, porque os raios que atingem que a atingem são curvados para fora e

divergem, como se estivessem vindo de um ponto focal. Por isso, ela também é chamada de lente negativa. A Figura 6 mostra um tipo de lente divergente e o comportamento de um feixe de luz ao atravessá-la.

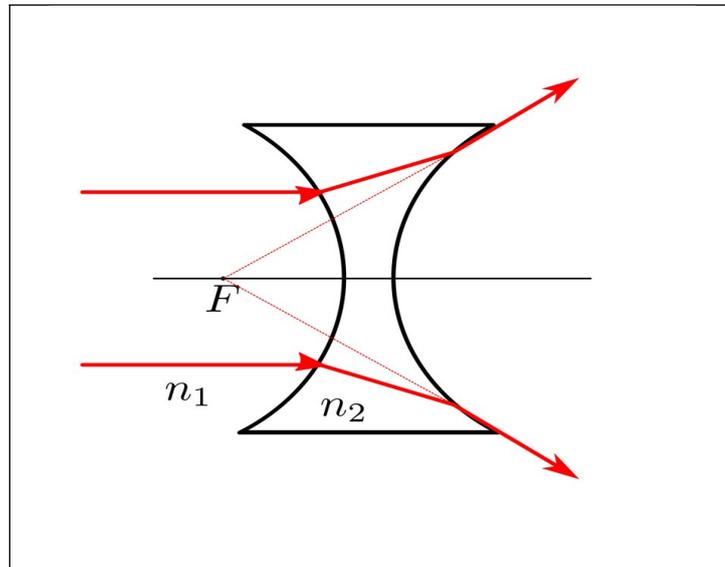


Figura 6 – Desenho esquemático de feixes de luz atravessando um lente e divergindo.
Fonte: o autor

2.2.4. O olho humano

Ao explicar o conteúdo sobre o olho humano, sugere-se ao professor, mostrar slides com figuras do olho e sua composição anatômica. Como mostrado na Figura 7, e descrito no texto a seguir:

O olho humano é aproximadamente esférico, com um diâmetro aproximado de 25 mm. Funciona como um sistema óptico – córnea e cristalino. A luz entra no olho através de uma abertura variável, a pupila, localizada na íris. A luz é focalizada pela córnea, com a assistência do cristalino, sobre a retina, que possui um conjunto de fibras nervosas cobrindo sua superfície traseira. A retina contém pequenas estruturas sensoras chamadas de *bastonetes* e *cones*, que detectam a luz e transmite a informação ao longo do nervo ótico até o cérebro. A forma do cristalino pode ser alterada um pouco, pela ação do músculo ciliar. Quando o olho está

focalizado sobre um objeto, o músculo está relaxado e o sistema córnea e cristalino tem seu máximo comprimento focal, cerca de 2,5 cm, que é a distância da córnea até a retina. Quando o objeto é levado para próximo do olho, o músculo ciliar aumenta um pouco a curvatura do cristalino, diminuindo desse modo, o seu comprimento focal, de tal modo que a imagem seja novamente focalizada na retina. Esse processo é chamado de *acomodação*. Se o objeto está muito próximo do olho, o cristalino não pode focar a luz sobre a retina e a imagem é distorcida. O ponto mais próximo para o qual o cristalino pode focar a imagem sobre a retina é o *ponto próximo*. A distância do olho ao ponto próximo varia muito de uma pessoa para outra e muda com a idade. Aos 10 anos o ponto próximo pode ser tão pequeno quanto 7 cm, enquanto que aos 60 anos ele pode ser maior que 200 cm, por causa da perda de flexibilidade do cristalino. Um valor padrão tomado para o ponto próximo é de 25 cm (TIPLER, 2006, p. 433).

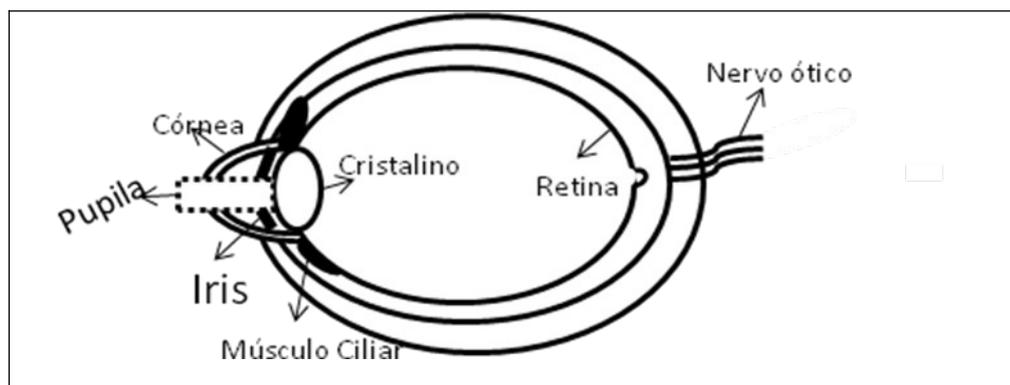


Figura 7 – Desenho esquemático da anatomia interna do olho humano
Fonte: o autor

2.2.5. Deficiências visuais

Para explicar as deficiências visuais, sugere-se ao professor utilizar os textos a seguir que descrevem, primeiramente as 3 doenças corrigidas por lentes esféricas delgadas. A hipermetropia, a miopia e a presbiopia. E depois o astigmatismo, corrigido por lentes cilíndricas. A seguir são descritas outras doenças visuais apenas à nível de conhecimento.

2.2.5.a. Hipermetropia

A hipermetropia é uma deficiência visual, que o olho subconverge e focaliza a luz dos objetos distante, quando uma pequena convergência é exigida, mas tem problemas em focalizar objetos próximos, como se a imagem dos objetos se formassem depois da retina, exigindo um esforço máximo de acomodação, o ponto próximo está além dos 25 cm. A hipermetropia é corrigida com uma lente convergente (positiva), como na Figura 6.

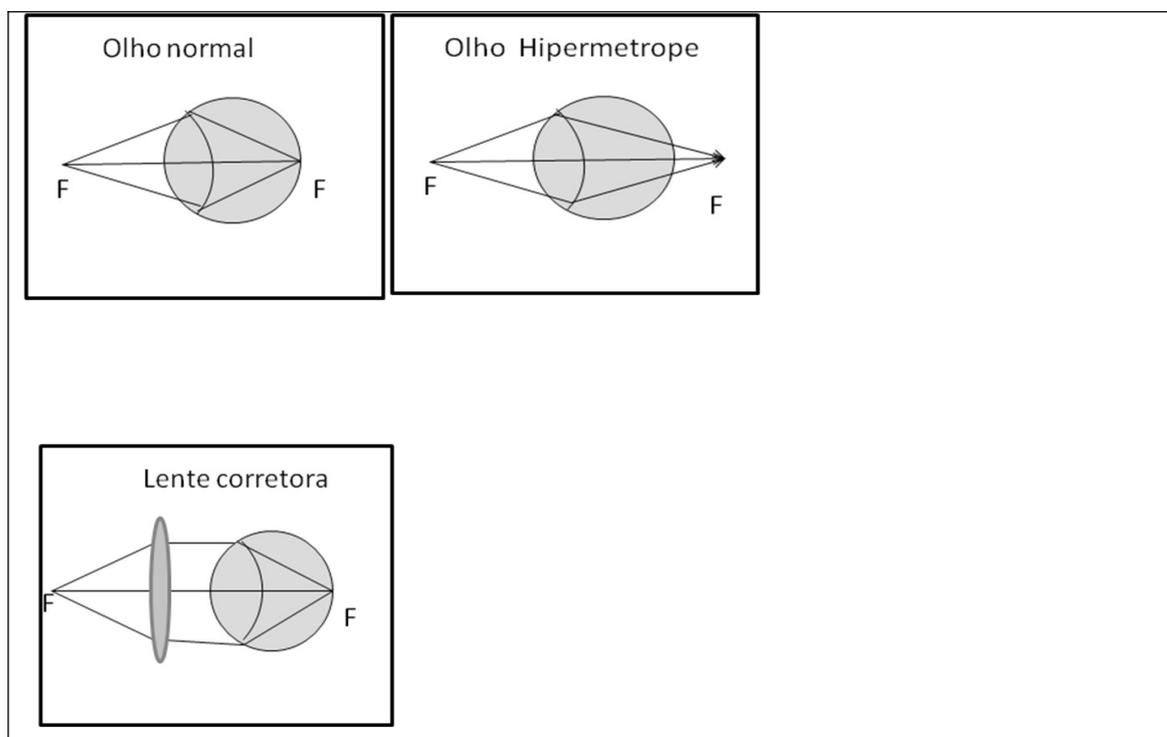


Figura 8 – Desenho esquemático representando a correção da hipermetropia.

Fonte: o autor

2.2.5.b Miopia

Uma pessoa com miopia, o olho subconverge e focaliza a luz de objetos distantes em um ponto localizado à frente da retina, essa deficiência é caracterizada pela dificuldade de enxergar de longe. A imagem é formada antes da retina, como é mostrada na Figura 8. Mas, para objetos próximos, a nitidez de imagem é perfeita. A correção de miopia é feita com lentes divergentes (negativas).

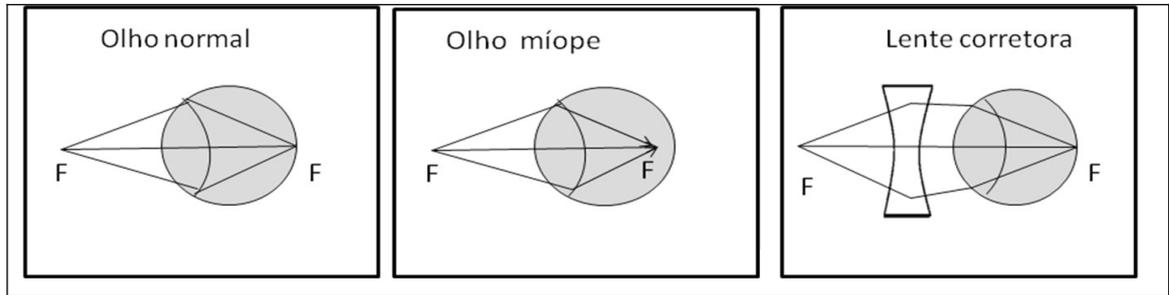


Figura 9 – Desenho esquemático representando a correção da miopia.
Fonte: o autor

2.2.5.c. Presbiopia ou vista cansada

A presbiopia é uma deficiência que apresenta uma redução no intervalo de acomodação visual. Com o passar dos anos, o cristalino de uma pessoa enrijece e os músculos ciliares que realizam o trabalho de acomodação perdem sua flexibilidade, diminuindo o intervalo de acomodação. Isso é comum em pessoas que passam dos 40 anos. A presbiopia pode sobrepor-se à miopia, à hipermetropia ou ao astigmatismo. A presbiopia com a miopia se caracteriza por um intervalo de acomodação pequeno e próximo do olho. Quando vem acompanhada da hipermetropia, caracteriza-se por um intervalo de acomodação pequeno e longe do olho. A presbiopia pode vir também acompanhada de astigmatismo, obrigando a pessoa a usar uma combinação lentes, como acontece quando a pessoa é hipermetrope e astigmática. A correção da presbiopia é feita com lentes convergentes, como na Figura 9.

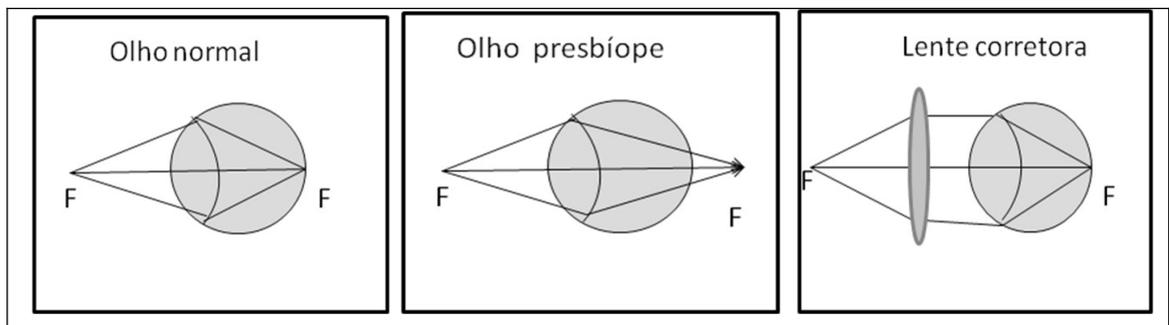


Figura 10 – Desenho esquemático representando a correção da presbiopia.
Fonte: o autor

2.2.5.d Astigmatismo

O astigmatismo é uma deficiência visual, proveniente da imperfeição da simetria do sistema ótico em torno do eixo ótico. Pode resultar da imperfeição na curvatura da córnea e as vezes do cristalino. A correção do astigmatismo é feita com lentes cilíndricas, cujo raio de curvatura compensa a deficiência do diâmetro da córnea, como apresenta a Figura 9. O astigmatismo pode, também, vir acompanhado de miopia ou de hipermetropia. Nestes casos a correção é feita com associação das lentes cilíndricas e esféricas (divergentes para a combinação de astigmatismo com miopia e convergentes para a combinação de astigmatismo com hipermetropia). A Figura 10, mostra a lente corretora para apenas o astigmatismo sem associação de outra doença visual.

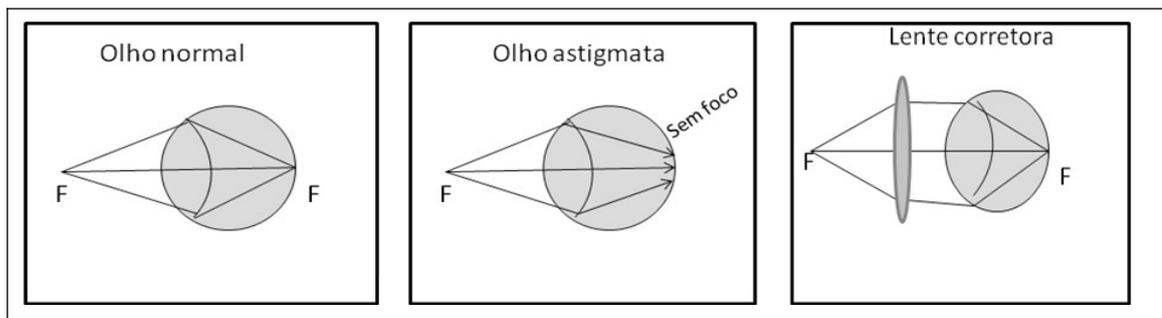


Figura 11 – Desenho esquemático representando a correção do astigmatismo.

Fonte: o autor

2.2.6 Outras deficiências visuais

2.2.6.a Estrabismo

O estrabismo consiste na impossibilidade de dirigir simultaneamente os eixos visuais de ambos os olhos sobre um ponto visado. A correção do estrabismo é feita com lentes prismáticas, que desviam os raios luminosos provenientes dos objetos de modo que as imagens se situem sobre as linhas visuais dos dois olhos.

2.2.6.b Glaucoma

O glaucoma é uma doença ocular causada pela elevação da pressão do olho, resultando em danos ao nervo ótico. Há vários tipos de glaucoma, o mais comum (que representa cerca de 80% dos casos), o glaucoma crônico simples, que acomete principalmente as pessoas com mais de 40 anos. Este tipo de glaucoma é causado por alteração no globo ocular, que impede a saída de humor aquoso e faz aumentar a pressão intra-ocular. O glaucoma congênito atinge os recém-nascidos. Já o glaucoma secundário decorre de outras doenças como a diabetes. O tratamento, em geral, é feito à base de colírios. Essa doença pode causar comprometimento da visão, nos casos mais graves, quando não se faz o tratamento ou ele é feito inadequadamente, pode levar à cegueira.

2.2.6.c Ceratocone

O ceratocone é uma doença que causa a diminuição do colágeno na córnea. Resulta na alteração do formato da córnea que, em vez de ser quase esférica, passa a ter uma forma de cone. Um dos principais sintomas dessa doença é a visão borrada e distorcida tanto de perto quanto de longe. Além disso em alguns pacientes, há a ocorrência de visão dupla, fotofobia, sensação de sensibilidade a luz, e coceira no olho. Há tratamento para o ceratocone, que varia conforme o estágio da doença. Uma das formas mais atuais é o método denominado *cross link*, que consiste na instalação de uma vitamina no olho do paciente, denominada riboflavina.

2.2.6.d Catarata

A catarata é uma lesão ocular que atinge o cristalino, tornando-o opaco, o que compromete a visão com nitidez. A principal causa dessa doença é o envelhecimento, uma vez que aparece com mais frequência em pessoas com 50 anos ou mais, mas também pode ser decorrente de diabetes, uso de colírios sem medicação, traumas (socos ou batidas) na região dos olhos e superexposição à radiação ultravioleta (UV), como da luz solar, cabines de bronzeamentos ou solários, lugares adaptados ao banho de sol. O único tratamento possível é a cirurgia, um

procedimento simples que substitui o cristalino por uma lente artificial, capaz de recuperar a função perdida.

2.2.6.e Daltonismo

O daltonismo é uma doença hereditária, mas pode resultar de lesões ou de lesão de origem neurológica. É caracterizado pela ausência de cones, células relacionadas a produção de pigmentos sensíveis à luz. Há três tipos de cones na visão, para que enxergarmos os objetos em cores relacionados a produção de pigmentos azuis, de pigmento verde e de pigmento vermelho. O daltonismo mais comum, é aquele que seus portadores não conseguem perceber o vermelho e o verde, seguidos por aqueles que tem problemas na percepção do azul e amarelo, e pelos portadores de cegueira das cores. Não há cura para o daltonismo.

2.2.7 Alguns tipos de receitas oftalmológicas

Tabela 2: Receita oftalmológica para uma pessoa com Hipermetropia ou presbiopia

		Esférico	Cilíndrico	Eixo	
Para Longe	OD				DP: _____ mm
	OE				
Para Perto	OD	+2,75			AD: _____ mm
	OE	+2,75			

Fonte: o autor

Tabela 3: Receita oftalmológica para uma pessoa com Astigmatismo

		Esférico	Cilíndrico	Eixo	
Para Longe	OD		- 0,50	180°	DP: _____ mm
	OE		- 0,50	170°	
Para Perto	OD		- 0,50	180°	AD: _____ mm
	OE		- 0,50	180°	

Fonte: o autor

Tabela 4: Receita oftalmológica para uma pessoa com Hipermetropia e Astigmatismo

		Esférico	Cilíndrico	Eixo	
Para	OD		- 0,50	180°	DP: _____ mm

Longe	OE		- 0,50	170°	AD: _____ mm
Para	OD	+2,75	- 0,50	180°	
Perto	OE	+2,75	- 0,50	180°	

Fonte: o autor

Tabela 5: Receita oftalmológica para uma pessoa com Presbiopia

		Esférico	Cilíndrico	Eixo	DP: _____ mm
Para	OD				
Longe	OE				AD: +1,75 mm
Para	OD	+2,75			
Perto	OE	+2,75			

Fonte: o autor

Tabela 6: Receita oftalmológica para uma pessoa com Presbiopia Astigmatismo

		Esférico	Cilíndrico	Eixo	DP: _____ mm
Para	OD		- 0,50	180°	
Longe	OE		- 0,50	170°	AD: _____ mm
Para	OD	+2,75	- 0,50	180°	
Perto	OE	+2,75	- 0,50	180°	

Fonte: o autor

2.3. Aplicação do Pós-Teste

Ao término das explanações dos conteúdos, será aplicado o pós-teste, para verificar como foi o aprendizado dos alunos.

2.3. 1 Pós-teste

Tabela 7: Receita oftalmológica de uma pessoa com Miopia e Astigmatismo utilizada no Questionário

2.

		Esférico	Cilíndrico	Eixo	DP: _____ mm
Para	OD	-0,25	- 0,50	180°	
Longe	OE	-0,50	- 0,50	170°	

Para	OD		- 0,50	180°	AD: _____ mm
Perto	OE		- 0,50	180°	

Fonte: o autor

- 1) Quais as unidades dos números que aparecem na tabela?
- 2) Quais as deficiências visuais que vocês conhecem?
- 3) Quais os tipos de lentes para a correção da deficiência dessa pessoa?
- 4) Qual a deficiência visual que a pessoa da receita apresenta?

2.4. Resolução do questionário 1 proposto no pré-teste, e do questionário 2 proposto no pós-teste

2.4.1 Pré-teste

Tabela 8: Receita oftalmológica de uma pessoa com miopia utilizada no Questionário 1.

		Esférico	Cilíndrico	Eixo	
Para	OD	-2,25			DP: _____ mm
Longe	OE	-1,75			
Para	OD				AD: _____ mm
Perto	OE				

Fonte: o autor

- 1) O que significa a tabela acima?
- 2) Quais as unidades dos números que aparecem na tabela?
- 3) O que significa fisicamente os sinais nos números?
- 4) O que são lentes delgadas?
- 5) Quais as deficiências visuais que vocês conhecem?

Questão 1: Na tabela do questionário 1, com a receita de um oftalmologista, falta alguns itens, como nome do paciente, data, observação e o nome do médico. Não dando dica do que venha ser a tabela apresentada no teste. Para quem já

tenha visto uma tabela parecida, espera-se que responda que é uma receita oftalmológica.

Questões 2, 3 e 4: Nessas questões, espera-se, que, mesmo os alunos que conheçam uma receita oftalmológica, não responda os termos específicos corretamente, por serem termos que o aluno não aprende fora do ambiente acadêmico. A resposta da questão 2, deve ser Dioptria, medida inversa a unidade de medida metro (m^{-1}). Já resposta da questão 3, os sinais significam o tipo de lente esférica delgada, se é convergente ou divergente. E a resposta da questão 4, são lentes esféricas finas, umas com as extremidades mais espessas que no meio, chamada de lentes divergentes, e outras mais espessas no meio que nas extremidades, chamadas de lentes convergentes.

Questão 5: Espera-se que alguns alunos respondam alguma deficiência visual, mesmo que eles não possuam nenhuma deficiência visual, pode ter algum familiar possua.

2.4.2 Pós-teste

Tabela 9: Receita oftalmológica de uma pessoa com Miopia e Astigmatismo utilizada no Questionário 2.

		Esférico	Cilíndrico	Eixo	
Para	OD	-2,50	-0,50	180°	DP: _____ mm
Longe	OE	-2,25	-0,50	170°	
Para	OD				AD: _____ mm
Perto	OE				

Fonte: O autor

- 1) Quais as unidades dos números que aparecem na tabela?
- 2) Quais as deficiências visuais que vocês conhecem?
- 3) Quais os tipos de lentes para a correção da deficiência dessa pessoa?
- 4) Qual a deficiência visual que a pessoa da receita apresenta?

Questão 1: Espera-se que após ser explicado os termos a maioria dos alunos responda corretamente. Como Dioptria, unidade inversa ao metro.

Questão 2: Espera-se que os alunos, respondam várias doenças visuais, que foram apresentadas a eles durante as aulas anteriores. Entre elas: miopia, hipermetropia, astigmatismo, catarata, como exemplos.

Questão 3: Espera-se que os alunos consigam ler a receita, indicando o tipo de lente adequada ao paciente da receita oftalmológica desse questionário. Que seriam, divergente e cilíndrica.

Questão 4: Na receita do questionário 2, foram colocadas duas deficiências visuais, espera-se que os alunos façam a leitura corretamente dessas deficiências. Que seriam miopia e astigmatismo.

2.5. Considerações Finais

Sugere-se ao professor, que ao preparar as aulas a serem utilizadas, no desenvolvimento dessa sequência didática, confeccione *slides*, dos conteúdos abordados, com exemplos de imagens ou figuras dos temas abordados, principalmente das deficiências visuais, nas suas exposições. Que o professor, ao explicar os tipos de lentes, não faça apenas demonstrações da luz monocromática vermelha, do laser atravessando as lentes acrílicas, mas, proporcione aos alunos interação com os objetos apresentados, permita aos mesmos, manusear os objetos e observar o fenômeno mais próximo a eles. Há pessoas que não conseguem aprender apenas ouvindo e observando, possui a necessidade de tocar também os objetos, são as chamadas de pessoas sinestésicas. Geralmente os colégios possuem estas lentes para trabalhar com os alunos, mas se a escola não possuir, elas podem ser adquiridas em óticas.

O professor pode ainda dialogar com a sala sobre situações do cotidiano que envolvem o uso de lentes, como na correção algumas deficiências visuais, enfatizando o porquê do uso de um tipo de lente e não de outra, como, por exemplo, quando precisa ser uma lente convergente, ou uma lente divergente. Esta é uma

maneira de motivá-los, justificando a importância desse conteúdo, sendo algo próximo da realidade dos alunos.

Sugere-se ainda ao professor que procure estimular os alunos na participação do processo de construção de seu conhecimento, criando condições para que eles participem das discussões nas aulas apresentadas.

Ao se trabalhar qualquer tema ou conteúdo com seus alunos, destaca-se ao professor, a importância de assumir o papel de mediador no processo de ensino, fornecendo algumas informações ou dando dicas de como pensar nas situações que lhes poderão aparecer durante o processo, estimulando o aluno a desenvolver suas habilidades e conceitos.

2.6. Referências

BONJORNO, José Roberto. et al. Física: termologia, óptica, ondulatória, 2.º ano – 3. Ed. Vários autores. São Paulo: FDT, 2016.

CANTO, Eduardo Leite. Ciências Naturais: Aprendendo com o cotidiano. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2009.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa. et al. Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática. Vários Autores. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

GASPARIN, João Luiz. Uma Didática para a Pedagogia Histórico-Crítica. 3. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2002.

GONÇALVES, Filho Aurélio. Física volume único: Ensino Médio. Carlos Toscano. São Paulo: Scipione, 2005. 1.ª Ed.

LINHARES, Sérgio. et al. Biologia hoje. 3. Ed. São Paulo: Ática, 2016.

MOREIRA, Marco Antonio, Aprendizagem Significativa: A teoria de David Ausubel/ Marco A. Moreira, Elcie F. Salzano Masini. São Paulo: Moraes, 1982

ROCHA, José Fernando M., *Origens e Evolução das Ideias da Física*. Salvador: EDUFBA, 2002.

SANTOS, Renato Rodrigues. *Problemas de Fermi nas aulas de Física: Estratégias para resolução de problemas de estimativas*. UEM, 2017.

TIPLER, Paul Alan. *Física para cientistas e engenheiros*, Gene Mosca, v.2: eletricidade e magnetismo; óptica; tradução Fernando Ribeiro da Silva, Mauro Speranza Neto. Rio de Janeiro: 3v.: Il. LTC, 2006.

VILLATORRE, Aparecida Margalhães. *Didática e avaliação em Física*. Ivanilda Higa, Silmara Denise Tychanowicz. São Paulo: Saraiva, 2009. 166 p.

ZABALA, Antoni, *A Prática Educativa: Como Ensinar/ Antoni Zabala*; trad. Ernani F. da F. Rosa – Porto Alegre: ArtMed, 1998.