

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

FRANCIELI JAQUELINE NOLL DELLA VECHIA

PROPOSTA DE ENSINO DE ÓPTICA DA VISÃO PARA O ENSINO MÉDIO

PONTA GROSSA

2023

FRANCIELI JAQUELINE NOLL DELLA VECHIA

PROPOSTA DE ENSINO D EÓPTICA DA VISÃO PARA O ENSINO MÉDIO

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

Orientador: Dr.Silvio Luiz Rutz da Silva

PONTA GROSSA

2023

D357 Della Vechia, Francieli Jaqueline Noll
Proposta de ensino de óptica da visão para o ensino médio / Francieli
Jaqueline Noll Della Vechia. Ponta Grossa, 2023.
102 f.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física - Área de
Concentração: Física na Educação Básica), Universidade Estadual de Ponta
Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz da Silvva.

1. Física. 2. Olho humano. 3. Unidade didática. I. Silvva, Silvio Luiz Rutz da.
II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Física na Educação Básica. III.T.

CDD: 530.1

TERMO DE APROVAÇÃO

FRANCIELI JAQUELINE NOLL DELLA VECHIA

"PROPOSTA DE ENSINO DE ÓPTICA DA VISÃO PARA O ENSINO MÉDIO"

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Setor de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Ponta Grossa, 14 de abril de 2023.

Membros da Banca:

Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva

(UEPG/MNPEF) – Presidente Dr.

André Vitor Chaves de Andrade

(UEPG/MNPEF) Dra. Jaqueline

Pavelegine de Medeiros - (SEED-PR)



Documento assinado eletronicamente por **Jaqueline Pavelegini de Medeiros, Usuário Externo**, em 14/04/2023, às 09:55, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Silvio Luiz Rutz da Silva, Professor(a)**, em 14/04/2023, às 16:27, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Andre Vitor Chaves de Andrade, Professor(a)**, em 15/04/2023, às 08:06, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.uepg.br/autenticidade> informando o código verificador **1404135** e o código **CRCC13CEEDD**.

Dedico esta dissertação ao meu colega e amigo Ricardo dos Santos Pinheiro (in memoriam), que nos proporcionou grandes ensinamentos em nossa carreira acadêmica, e a todos os professores de física que têm dedicado tempo e esforços na melhoria da educação no Brasil.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente e acima de tudo aos meus pais Evaldir e Maria, meus irmãos Diogo e Francine e meu esposo Anderson, que me incentivaram e me deram forças para vencer esta etapa de minha vida, aos meus filhos Maria Rita e Francisco que por muitas vezes tiveram a minha ausência nesse período, tenho ainda a agradecer muitas pessoas em razão da ajuda, incentivo, das sugestões que fizeram. Algumas em especial.

Ao professor Dr.Silvio Luiz Rutz da Silva, meu orientador, que me ajudou a encontrar meu caminho no desenvolvimento de meu trabalho de forma amigável, paciente e democrática.

Aos professores da UEPG (Universidade Estadual de Ponta Grossa), que contribuíram para minha formação a nível de mestrado.

Aos colegas mestrandos do MNPEF (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física), turma 2019, polo 35, pelos momentos de amizade.

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

RESUMO

O presente trabalho apresenta a estruturação de um objeto didático-pedagógico de ações no ambiente escolar com vistas a permitir ao aluno refletir sobre a importância dos cuidados com a saúde ocular. O principal desafio foi elaborar uma unidade didática contendo subsídios que fortaleçam o conhecimento científico e sua transposição no processo de ensino aprendizagem. No caso, o material refere-se ao componente curricular de Física e o conteúdo da Óptica da Visão. Pode-se concluir que a unidade didática de ensino de óptica da visão, apresentada neste estudo, demonstrou-se ser de fácil aplicação, com roteiro de aulas objetivo e metodologia de ensino dinâmica, com a utilização de recursos como estudos de casos, aprendizagem por projetos, permitindo o desenvolvimento das potencialidades individuais através das metodologias ativas de ensino. A aplicação de questionário específico à professores que tiveram acesso à proposta da Unidade Didática, permitiu constatar que o processo avaliativo disposto no material, revela-se eficaz, e, consistentemente atrelado às habilidades as quais almeja-se que o educando esteja desenvolvendo em cada atividade. Por se tratar de um estudo inédito, necessitou um aprofundamento bibliográfico para a elaboração de ferramentas e estratégias na formulação da estrutura didático-pedagógica. Acredita-se ser um ponto de partida para o desenvolvimento de novos estudos na área e aprimoramento das propostas aqui apresentadas.

Palavras-chave: Física. Olho humano. Unidade Didática.

ABSTRACT

The present study presents the structuring of a didactic-pedagogical object of actions in the school environment in order to allow the student to reflect on the importance of eye health care. The main challenge was to elaborate a didactic unit containing subsidies that strengthen scientific knowledge and its transposition in the teaching-learning process. In this case, the material refers to the curricular component of Physics and the content of Optics of Vision. It can be that the didactic unit for teaching optics of vision, presented in this study, proved to be easy to apply, whit an objective class script and dynamic teaching methodology, with the use of resources such as case studies, learning by projects, allowing the development of individual potential through active teaching methodologies. The application of a specific questionnaire to teachers who had acces to the proposal of Didactic Unit, allowed to verify that the evaluation process arranged in the material, proves to be effective, and, consistently linked to the skills which it is intended that the sudent is developing in each activity. Because it is an unprecedented study, it required a bibliographic deepening for the elaboration of tools and strategies in the formulation of the didactic-pedagogical structure. It is believed to be a starting point for the development of new studies in the area and improvement of the proposals presentesd here.

Keywords: Physics. Human eye. Didactic Unit

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA	9
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA	10
1.3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	11
1.3.1 Hipóteses.....	11
1.4 JUSTIFICATIVA.....	12
1.4.1 Objetivos.....	13
2. BIOFÍSICA DO OLHO HUMANO	14
2.1 ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DO GLOBO OCULAR	14
2.2 CAMPO VISUAL	16
2.3 ACUIDADE VISUAL.....	17
2.4 ANOMALIAS DA VISÃO	18
2.5 LENTES DELGADAS	20
2.5 DIOPTRIA.....	21
3. REFERENCIAIS METODOLÓGICOS	24
3.1 A TEORIA DE APRENDIZAGEM DE VYGOTSKY.....	25
3.1.1 A zona de desenvolvimento proximal: o problema como uma estratégia	30
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	33
4.1 DESCRIÇÃO DO PRODUTO.....	34
4.2 MODELO FÍSICO DO OLHO HUMANO	36
4.2.1 Como fazer a montagem do modelo físico do olho humano.....	37
4.3 CAMPO DE APLICAÇÃO E SUJEITOS DE PESQUISA	40
4.4 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS	41
4.4.1 Questionário de Avaliação da Unidade Didática.....	41
4.5 ANÁLISE DE DADOS	43
5. RESULTADOS	44
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
REFERÊNCIAS	50
APÊNDICE A: UNIDADE DIDÁTICA PROPOSTA DE ENSINO DE ÓPTICA DA VISÃO PARA O ENSINO MÉDIO	522

1. INTRODUÇÃO

De modo geral, mais da metade das crianças cegas do mundo são cegas devido a causas evitáveis. A proporção de cegueira por causas evitáveis é maior nos países em desenvolvimento do que nos países desenvolvidos. (OTTAIANO et al, 2019)

Alguns fatores ambientais como a exposição inadequada à radiação solar podem causar danos temporários, ou até mesmo irreversíveis aos olhos. Sendo sua principal função a captação da luz para formação de imagens, devemos repensar sobre os cuidados com os olhos, e dar maior atenção a este órgão, adquirindo hábitos necessários para mantê-lo saudável, evitando exposição a agentes agressores. (MUCEDOLA, 2019)

“O Brasil, com suas dimensões continentais e diferenças econômicas e culturais, exige avaliação ampla sobre o tema para o estabelecimento de programas de prevenção das causas de comprometimento visual infantil”. (BRITO e VEITZMAN, 2000, p. 52)

A prevenção de problemas relacionados à visão está intimamente aliada à informação sobre cuidados com os olhos, e a constatação precoce de que existe algum problema, para a busca de atendimento oftalmológico em tempo oportuno (KNOBLAUCH, 2013). A falta de informação pode ocasionar maus hábitos, ocasionando danos à saúde ocular, por este motivo considera-se relevante a disseminação do conhecimento em ambiente escolar, pois o aluno enquanto sujeito social detentor de informações sobre o processo de formação de imagens, bem como dos cuidados com a saúde ocular, poderá se auto responsabilizar por desenvolver atitudes saudáveis, bem como estar alerta quanto alguma alteração visual que possa apresentar. (ZIN, 2022)

Diante do contexto exposto, o objetivo do presente trabalho é o de incentivar ações no ambiente escolar que instiguem o aluno a refletir sobre a importância dos cuidados com a saúde ocular, “buscando subsídios que fortaleçam o conhecimento científico no estudo da óptica geométrica contribuindo desta forma para uma aprendizagem consistente e prazerosa do Ensino da Física.” (KNOBLAUCH, 2013, p.5)

1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

A presente unidade didática foi elaborada, com o propósito de contribuir no trabalho dos professores do componente curricular de Física que atuam no 2º ano do Ensino Médio, na mediação do conteúdo “*Matéria e Radiação*”, abordando conhecimentos referente ao “Espectro Eletromagnético–óptica geométrica”, o conteúdo “Luz visível e propriedades ópticas”. A intenção é trabalhar a habilidade que descreve o propósito de:

EM13CNT103 - Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, na indústria e na geração de energia elétrica. (PARANÁ, 2021, p.417).

O presente estudo foi motivado pelo fato, de que, existe uma carência na discussão sobre os assuntos relacionados à física e óptica no ambiente escolar, e, quando são abordados, esses temas são trabalhados de maneira superficial. Dessa maneira, não permitindo a apropriação do conhecimento necessário para os alunos deterem o saber necessário, bem como, identificar, em si próprios, as alterações oculares, e, assim, poderem tomar medidas preventivas em relação a estes problemas.

Portanto, um problema que atrapalha grande parte do nosso trabalho de mediação, é a falta de propostas didáticas que tragam atividades exequíveis de se realizar com os alunos; encaminhamentos adequados à idade e a série, para que possamos abordar conteúdos de forma motivadora e criativa para possibilitar a aprendizagem e o exercício da reflexão crítica.

Como sabemos, a visão é um dos sentidos que nos conecta com o mundo exterior; elemento importante no processo de aprendizagem e de interação social, um acometimento no campo visual pode levar o aluno a desenvolver déficits de aprendizagem, isolamento social, os quais podem afetar tanto sua saúde física, quanto a integridade biopsicossocial. Compreendendo que, o processo de ensino-aprendizagem, é estabelecido aliando-se o saber científico às experiências vivenciadas, torna-se relevante oportunizar a interação do conhecimento teórico, com atividades práticas, favorecendo a construção do conhecimento adaptado a realidade social do meio em que se encontra o aluno (ZIN, 2022). O ensino da Física abrange assuntos complexos e essenciais como o estudo do processo de formação da visão (PASSOS et al., 2008).

Assim, as intenções da proposta são de modo específico, desenvolver recursos didáticos para potencializar o entendimento dos conceitos físicos abordados sobre o funcionamento do olho humano e possibilitar aos alunos situações que lhes permitam formular e avaliar hipótese sobre um fenômeno suscetível de ser observado em laboratório, prevendo a influência de um dado parâmetro no fenômeno em estudo. O “Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná” (PARANÁ, 2021), documento que orientará o trabalho dos professores dessa etapa da educação básica pelos próximos anos no referido estado, postula por uma aprendizagem significativa mediante o trabalho criativo do professor. No planejamento de seu trabalho, de acordo com a orientação, o docente deve buscar a utilização de diversos recursos, pois:

O professor licenciado em Física precisará aplicar metodologias que envolvam o estudante nos conteúdos, a fim de desenvolver as habilidades relacionadas diretamente com o componente, assim como as competências gerais da BNCC. Para isso, o professor pode utilizar diferentes meios, levando em conta os fatores socioeconômicos da região e do perfil dos estudantes a quem se deseja atingir. (PARANÁ, 2021, p.405).

Acredita-se que uma abordagem didática e dinâmica no ensino da Física, envolvendo metodologias ativas de aprendizagem, é capaz de desenvolver posturas críticas nos educandos, aguçando o interesse na pesquisa, tornando-os agentes de mudança de seus próprios comportamentos, bem como, influenciadores do meio em que estão inseridos.

Espera-se que ao aprofundar o estudo sobre as alterações da visão (miopia, hipermetropia, astigmatismo, daltonismo) o aluno possa identificar precocemente sinais de alerta e saberem que situações procurar precocemente o tratamento e/ou correção adequados, impedindo a possibilidade de cronicidade da patologia e facilitando sua correção e ou cura.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

- O olho humano: Partes constituintes do olho humano, como ocorre o processo de visão e a formação de imagens na retina.
- Anomalias da visão: Os defeitos de visão como miopia, hipermetropia, astigmatismo.
- Dioptrias: Cálculo de vergência de uma lente de correção de anomalias da visão e como é feita a leitura da receita de um oftalmologista. Para

trabalhar todos esses conteúdos serão utilizadas aulas teóricas e experimentais.

1.3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Como é a estrutura do olho humano e o processo de visão? Quais as principais anomalias da visão? O que esse órgão humano tem a ver com os estudos da física? Como tornar o processo de ensino de Óptica da visão mais dinâmico?

1.3.1 Hipóteses

Uma das hipóteses é a de que alguns alunos irão responder de forma bastante sincrética tais questionamentos, mostrando uma pequena proximidade com a temática, relatando casos de pessoas conhecidas ou seus casos pessoais como exemplo, mas não fazendo menção aos estudos de física. Outra possível hipótese, é que nenhum deles se arriscará a manifestar seu pensamento, pois mesmo conhecendo pessoas com problemas de visão, os alunos não percebem a relação “olho e a disciplina de Física”. Nas duas hipóteses, caberá o trabalho de mediação, na intenção de promover a aprendizagem dos alunos para que os mesmos expressem uma síntese mais elaborada sobre o assunto, compreendendo e relacionando esse órgão do corpo humano com os estudos da disciplina de Física.

1.4 JUSTIFICATIVA

Desde os tempos mais remotos a humanidade busca o conhecimento, objetivando melhorar o desenvolvimento pessoal, tecnológico e econômico. Considerando que os olhos são um dos principais órgãos para a captação de informações externas, sendo indispensável no processo de ensino-aprendizagem, justifica-se a relevância social em abordar os cuidados com a visão na prática escolar, visto que maus hábitos podem comprometer o aprendizado bem como o relacionamento interpessoal e as atividades cotidianas do educando, como prática de esportes e lazer, a autoestima e segurança em diferenciar pessoas e objetos à distância (KNOBLAUCH, 2013). No dia-a-dia, no papel de educadores, podemos observar que há necessidade em melhorar o ensino da Física nas escolas públicas, objetivando com que o aluno tenha uma maior compreensão dos conteúdos abordados relacionando com o seu cotidiano.

Ottaiano et al. (2019, p. 21) alerta que para superar as barreiras de acesso aos serviços de saúde ocular, principalmente nos países de baixa e média renda, é importante o fortalecimento dos programas de saúde escolar, como uma oportunidade para possíveis diagnósticos para “potencialmente mais de 700 milhões de crianças em todo o mundo. No entanto, é preciso fortalecer e melhorar o acesso aos serviços de saúde ocular da escola, particularmente nos países mais pobres.”

O presente trabalho apresenta uma proposta de unidade didática que irá auxiliar no processo de construção do conhecimento sobre a óptica do olho humano. O intuito é instrumentalizar o aluno, em seu nível de aprendizado, sobre o funcionamento do olho humano, como ocorre o processo de visão, bem como, as possíveis alterações que podem levar a problemas relacionados à saúde ocular.

Desta forma, podemos desenvolver indivíduos com autonomia e discernimento, conscientes, em recorrer precocemente a tratamento, caso identifiquem possuir alguma alteração. O conhecimento também permite adotar atitudes que colaborem para uma boa saúde ocular, permitindo, assim, usufruir de uma visão adequada tanto para o bom aprendizado, quanto para todas as demais atividades que requerem este sentido para serem desenvolvidas.

1.4.1 Objetivos

Geral

- Elaborar uma unidade didática para auxiliar no processo de ensino aprendizagem da óptica da visão.

Específicos

- Potencializar o entendimento dos conceitos físicos sobre o funcionamento do olho humano;
- Demonstrar os principais defeitos de visão a partir da observação de uma prática experimental;
- Possibilitar aos alunos situações que lhes permitam formular e avaliar hipóteses sobre um fenômeno suscetível de ser observado em laboratório, prevendo a influência de um dado parâmetro no fenômeno em estudo;
- Elaborar uma unidade didática para o ensino da Física da visão.

2. BIOFÍSICA DO OLHO HUMANO

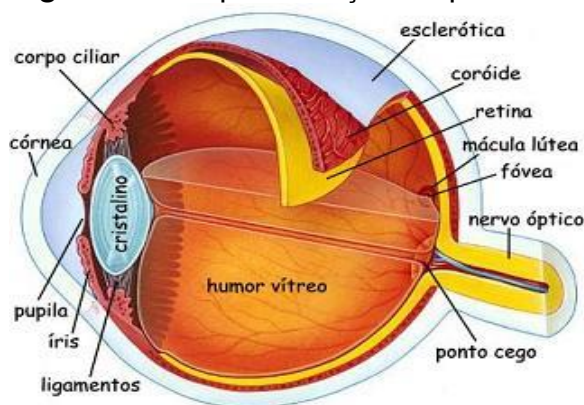
Quando uma pessoa olha para um objeto, raios de luz são refletidos do objeto na direção do olho. A visão humana é formada a partir de estruturas as quais compõem o globo ocular. A imagem que percebemos é formada por raios luminosos que penetram no sistema ótico do globo ocular e produzem uma imagem invertida na retina. A partir deste ponto, a imagem é transportada na forma de impulsos elétricos ao cérebro, onde é interpretada na posição real (PASSOS et al., 2008).

2.1 ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DO GLOBO OCULAR

“Em termos físicos, o olho humano é um sistema ótico versátil que possui a capacidade de, em conexão com o cérebro, formar e processar imagens.” (PASSOS et al., 2008, p.07).

Na figura 2.1 estão descritas as partes anatômicas do olho humano seguindo o caminho percorrido pela luz até a retina.

Figura 2.1: Representação esquemática do olho humano.



Fonte: <https://www.colegioweb.com.br/optica-da-visao/representacao-esquemática-do-olho.html>. Acesso em: 02 mar. 2023

O globo ocular é composto em seu revestimento por três camadas, ou túnica, uma camada externa ou túnica fibrosa, composta pela esclera, ou esclerótica, e pela córnea; uma camada média, túnica vascular ou úvea, constituída pela coróide, corpo ciliar e íris; e, uma camada interna ou túnica nervosa, a retina. (BAIAO, 2013)

A córnea é uma camada curva, clara e transparente que forma a parte anterior do olho humano e, é responsável por dois terços da focalização da luz na retina. A refração dos raios luminosos que incidem na córnea está relacionada à sua curvatura e a diferença entre seu nível de refração (1,33) e o do ar (1,00) (OKUNO et al., 1982).

A íris, a parte circular que dá a cor do olho, funciona de forma semelhante ao diafragma de uma máquina fotográfica, agindo no controle da quantidade de luz que penetra no olho (PASSOS et al., 2008).

A melanina, proteína presente na pele e responsável por seu tom, está presente na íris determinando a cor dos olhos, e é transferida geneticamente sua proporção em cada pessoa. Pessoas albinas têm uma quantidade diminuída de melanina, sendo assim, a cor da íris torna-se transparente, o que dificulta o controle da luz incidente no olho (PASSOS et al., 2008).

A abertura central da íris, denominada pupila reage à luminosidade, aumentando ou diminuindo seu tamanho. Quando a luminosidade no local for alta, a pupila diminui, controlando a quantidade de luz que entra no globo ocular, e, quando, ao contrário, a luminosidade for baixa, a pupila dilata-se aumentando seu tamanho permitindo a entrada da maior quantidade possível de luz para facilitar a formação da imagem na retina. Desta forma, a pupila tem um diâmetro que pode variar de 2 mm (luz intensa) até 8 mm (em lugares escuros). A cor da pupila é preta porque a quase totalidade da luz que penetra no olho é absorvida no seu interior (PASSOS et al., 2008).

O controle da abertura ou fechamento da pupila é feito através de músculos antagônicos na íris que são controlados pelo cérebro a partir das informações que as células nervosas, localizadas no fundo do olho, fornecem sobre a quantidade de luz incidente. Essa propriedade do olho de se adequar à luminosidade ambiente é denominada adaptação visual (VILLAS BÔAS et al., 2013).

O cristalino, localizado atrás da íris funciona como uma lente biconvexa ajustável, comprimida ou relaxada pelos músculos ciliares (variando assim seu raio de curvatura e, portanto, sua distância focal), que serve para focalizar o objeto sobre a retina, permitindo a formação nítida de imagens de objetos que se encontram a diferentes distâncias, processo conhecido como acomodação (PASSOS et al., 2008).

O humor vítreo, situado entre o cristalino e a retina, substância transparente,

incolor, gelatinosa, que, sob pressão, mantém a forma esférica do olho. Seu índice de refração é semelhante ao da água (1,337) e, sua função é manter a coesão e a pressão do globo ocular (YAMAMOTO e FUKE, 2016).

A retina é uma película fina, com espessura que varia de 0,1 a 0,5 mm, que recobre quase toda a superfície interna do olho, é altamente vascularizada, e contém uma rede de nervos. É composta por células fotossensíveis que recebem o estímulo luminoso transformando-o em estímulo elétrico que é transmitido ao cérebro através do nervo óptico (OKUNO et al.,1982).

“Há uma pequena região na retina, denominada fóvea, onde a imagem é mais nítida e mais detalhada e, por essa razão, movemos o globo ocular para que a imagem do objeto seja formada nessa região” (PASSOS et al., 2008, p.11).

Na retina há dois tipos de células fotorreceptoras: os cones e os bastonetes. Em cada olho existem cerca de 6,5 milhões de cones sendo estas células responsáveis pela visão detalhada onde há maior presença de luz. A maior concentração de cones está localizada na região central da retina, denominada fóvea (OKUNO et al.,1982).

Os bastonetes, um tipo de célula fotorreceptora ausente na fóvea, apresentam alta sensibilidade, permitindo seu funcionamento em locais com intensidade luminosa reduzida. Porém os bastonetes não são capazes de distinguir as cores, e as imagens geradas por estes possuem baixa definição. (PASSOS et al., 2008).

Sendo assim, podemos imaginar o olho humano como um sistema óptico, formado por uma dupla lente positiva: uma fixa (córnea) e outra flexível (cristalino), imersas em um fluído cristalino com índice de refração semelhante ao da água, que forma uma imagem real e invertida. Um olho que forma a imagem exatamente sobre a retina é denominado emétrepe. Quando o olho possui alguma deformação ou dificuldade de focalização, a imagem é formada fora do plano da retina. Nesses casos, o olho é considerado míope ou hipermetrópe (PASSOS et al., 2008).

2.2 CAMPO VISUAL

De acordo com Passos et al. (2008, p.6) podemos definir o campo visual como sendo “a área passível de ser vista para a frente, para as laterais direita e esquerda, para cima e para baixo, quando este mantém o olho que está sendo

examinado, imóvel em um ponto fixo, em uma linha reta horizontal paralela ao solo”.

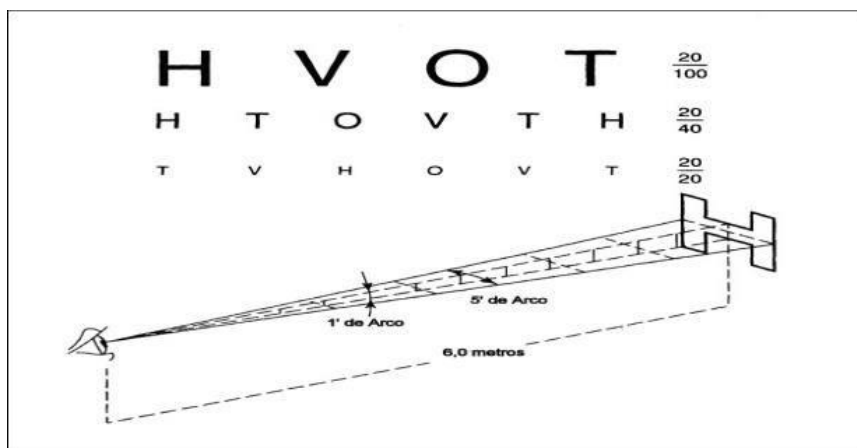
2.3 ACUIDADE VISUAL

Acuidade visual significa o poder que o olho possui de distinguir dois objetos muito próximos, diferenciando-os como não sendo um só (OKUNO et al., 1982). Vários fatores especificam esta acuidade, em especial, a distância entre os fotorreceptores na retina e, da precisão da refração.

“Ela é determinada pela menor imagem retiniana percebida pelo indivíduo. Sua medida é dada pela relação entre o tamanho do menor objeto (optotipo) visualizado e a distância entre observador e objeto” (PASSOS et al., 2008, p.12).

Uma forma prática de se medir a acuidade visual é através da carta de Snellen. Esta carta (Figura 2.3) contém letras que estão dispostas em linhas e cujo tamanho vai diminuindo. A tabela está a uma distância padrão da pessoa cuja acuidade vai ser medida. Cada linha é designada por um número que corresponde à distância na qual um olho normal pode ler todas as letras da fila (PASSOS et al., 2008).

Figura 2.3: Carta de Snellen



Fonte: PASSOS et al., 2008, p.14.

A acuidade é representada por dois números (por exemplo, "20/40"). O primeiro número representa a distância de teste (medido em pés), no caso 20 pés (aproximadamente 6 m), entre a tabela e o paciente, e o segundo representa a fileira menor das letras que o olho do paciente pode ler (PASSOS et al., 2008).

Segundo este método, um indivíduo tem acuidade visual normal ou 1 (ou 20/20 no jargão médico) quando situado a vinte pés (6 metros) de distância da carta

de Snellen (Figura 2.3), 20/60 indica que o olho do paciente pode apenas ler letras suficientemente grandes numa distância de 20 pés, o que um olho normal pode ler numa distância de 60 pés (aproximadamente 18m) (PASSOS et al., 2008).

2.4 ANOMALIAS DA VISÃO

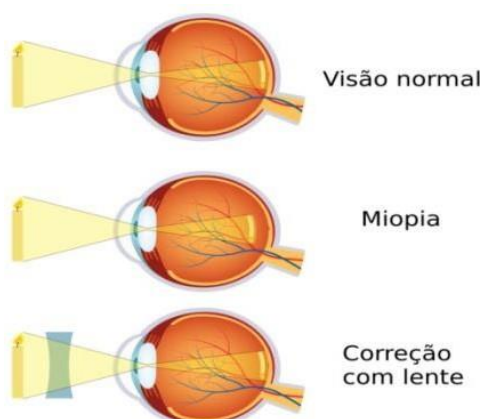
A luz direcionada para a parte interna do globo ocular e, que penetra na retina, é refratada por duas lentes existentes no olho humano, a córnea e o cristalino. Ao atingirem a retina, os raios luminosos são captados e forma-se uma imagem invertida, que é transmitida pelo nervo óptico até o cérebro, onde a imagem é interpretada na posição (PASSOS et al., 2008).

Quando existe a dificuldade em focalizar a imagem sobre a retina, a imagem formada não é nítida. À essa condição denomina-se ametropia, também definida como erro de refração, que são classificados em quatro tipos: miopia, hipermetropia, astigmatismo e presbiopia (PASSOS et al., 2008).

A miopia, também conhecida como “vista curta”, está relacionada com um alongamento do globo ocular, de forma que, mesmo com a lente relaxada, a imagem se forma antes da retina (GUIMARÃES et al., 2013).

Para a correção da miopia (Figura 2.4), deve-se aumentar a distância focal do sistema, o que é conseguido associando-se ao globo ocular uma lente divergente (negativa) a qual aumenta a divergência de um feixe de raios, permitindo a focalização da imagem sobre a retina (YAMAMOTO e FUKU, 2016).

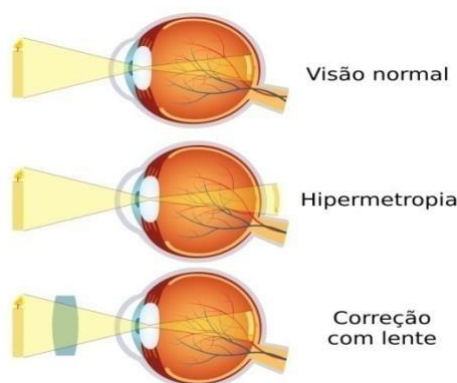
Figura 2.4: Uso de lente divergente para correção do erro refrativo causado pela miopia.



Fonte: <https://www.infoescola.com/visao/miopia/>

“Na hipermetropia também ocorre uma dificuldade de focalizar a imagem, mas contrariamente à miopia, a focalização se dá posteriormente à retina” (PASSOS et al., 2008, p.14). Este defeito consiste em um encurtamento do bulbo ocular em direção ântero-posterior. Na hipermetropia (Figura 2.5) a dificuldade está em focalizar objetos próximos (VILLAS BÔAS et al., 2013). A correção da hipermetropia se dá com o uso de lentes convergentes (positivas), que aumentam a convergência de um feixe de raios, permitindo a formação da imagem sobre a retina conforme podemos ver na Figura 2.5 (PASSOS et al., 2008).

Figura 2.5: Uso de lente convergente para corrigir o erro refrativo causado pela hipermetropia.



Fonte: <https://www.infoescola.com/visao/hipermetropia/>

O astigmatismo é uma anomalia da visão decorrente da diferença de curvatura da córnea ou do cristalino em direções horizontal ou vertical, resultando em diferentes profundidades de foco que acabam distorcendo a visão, tanto de longe quanto de perto, podendo estar associado tanto à miopia quanto à hipermetropia e sua correção se dá com a utilização de lentes cilíndricas (YAMAMOTO e FUKU, 2016).

Na figura 2.6 está ilustrado um teste para avaliar a existência de astigmatismo. Para realizá-lo, primeiramente, deve-se fechar um dos olhos e olhar para a figura. Se algum dos pares de linhas se mostrarem mais escuro que os outros, você tem astigmatismo (PASSOS et al., 2008).

Outro teste simples consiste em olhar para uma fonte de luz distante à noite (a lua, por exemplo). Se você enxergar uma forma alongada em alguma direção, ao invés de circular, você tem astigmatismo (PASSOS et al., 2008).

Figura 2.6: Teste para verificar a existência de astigmatismo



Fonte: <https://marcelovilar.com.br/teste-sua-visao/>. Acesso em 02 jul. 2022.

Com o passar do tempo o cristalino vai sofrendo alterações tornando-se enrijecido, perdendo sua amplitude de flexibilidade e acomodação. É a chamada “vista cansada”. Essa condição, denominada astigmatismo, provoca a dificuldade para visualizar objetos próximos. É comum em pessoas com mais de 40 anos, mesmo que nunca tenham tido nenhum problema visual anteriormente. Neste caso é preciso corrigir apenas o ponto próximo, visto que o problema está na lente e não na geometria do globo ocular, podendo ser corrigida com lentes esféricas convergentes (GUIMARÃES et al., 2013).

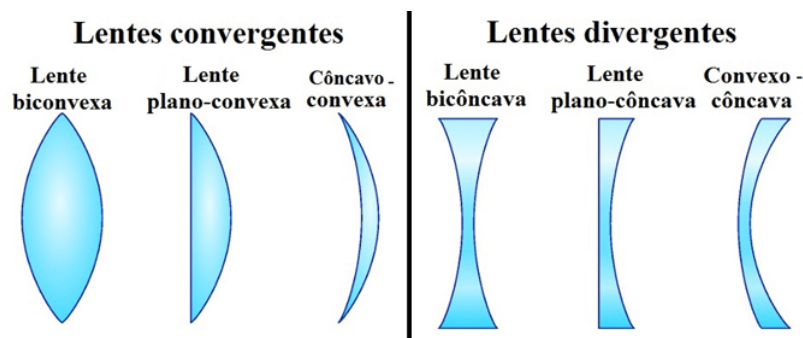
Há ainda o ceratocone, que pode ser considerado um tipo de astigmatismo mais grave. Neste caso, a córnea, que normalmente é esférica, tem sua forma modificada progressivamente para uma forma cônica, prejudicando a visão. Nesta condição a correção do astigmatismo torna-se mais difícil com o uso de óculos, ocasionando dificuldades na execução de tarefas simples como ler ou dirigir. A solução é a utilização de lentes rígidas gás permeáveis, as quais possibilitam uma superfície de refração uniforme na correção da visão (PASSOS et al., 2008).

2.5 LENTES DELGADAS

As lentes fazem parte de todos os instrumentos ópticos. São compostas em sua maioria por materiais como vidro, plástico ou quartzo, com exceção do cristalino que é um corpo lenticular transparente, biconvexo e constitui o sistema de refração do olho humano. As lentes (Figura 2.7) podem ser convergentes (positivas), ou divergentes (negativas). Em relação ao formato, as convergentes são mais espessas

no centro do que nas bordas, e, o inverso pode ser visto nas lentes divergentes. (VILLAS BÔAS et al., 2013)

Figura 2.7: Lentes Delgadas



Fonte: <https://www.gestaoeducacional.com.br/lentes-esfericas-o-que-sao/>

O eixo óptico é definido pela reta que passa pelo centro geométrico O da lente e é perpendicular a suas superfícies no ponto de intersecção. O ponto focal primário F ou simplesmente foco F é um ponto situado sobre o eixo óptico e possui a propriedade de que qualquer raio luminoso que se origina dele – lente convergente – ou se dirige para ele – lente divergente – após a refração, torna-se paralelo ao eixo óptico. (GUIMARÃES, 2013)

A distância do foco F à lente é chamada distância focal f . Quando a espessura da lente é pequena comparada com as distâncias a ela associada, a lente é considerada delgada. Tais distâncias são, por exemplo, os raios de curvatura e a distância focal da lente e as distâncias do objeto e da imagem à lente. (VILLAS BÔAS et al., 2013)

As lentes delgadas possuem um outro foco, chamado ponto focal secundário F_1 do lado oposto ao foco F e de igual distância focal f . Esse ponto possui a propriedade de que qualquer raio incidente paralelo ao eixo óptico, após ser refratado pela lente, ou converge para ele – lente convergente – ou diverge dele – lente divergente (OKUNO et al., 1982).

2.6 DIOPTRIA

“É comum as pessoas avaliarem lentes como ‘fortes’ ou ‘fracas’. Uma lente será tanto mais forte quanto maior for seu poder de alterar a trajetória da luz” (VILLAS BÔAS et al., 2013, p.285). Entretanto, essa é uma concepção simplista, já

que existe uma grandeza física que quantifica a capacidade que as lentes têm de desviar os raios luminosos.

Trata-se da vergência (V), que é definida como o inverso da distância focal (f).

$$\text{Cálculo de vergência: } V = \frac{1}{f} \quad (1)$$

Nas lentes convergentes (focos reais) $f > 0$ e $V > 0$. Nas lentes divergentes (focos virtuais) $f < 0$ e $V < 0$.

“Comumente conhecida como grau do óculos, a vergência de uma lente é calculada em unidade denominada dioptria, onde cada ‘grau’ equivale a uma dioptria” (VILLAS BÔAS et al., 2013, p.285).

Para calcular o poder de refração do olho humano, utilizamos uma grandeza chamada dioptria (o vulgo “grau” dos óculos), que é representada por D , definida como o inverso da distância focal da lente, calculada em metros, permitindo assim encontrar o poder dióptrico do olho humano. Vale lembrar que o poder de refração de uma lente, i.e., é a capacidade da lente de modificar o trajeto dos raios luminosos. As diferenças dos índices de refração e raios de curvatura da córnea, do cristalino, do humor aquoso e do humor vítreo “proporcionam ao olho um poder dióptrico de 60D, sendo que 43D provém da córnea” (PASSOS et al., 2008, p.11).

O cristalino contribui com um poder dióptrico, que dependendo do seu estado de acomodação, varia, em média, entre 17D e 30D, e que ao ser combinado com o poder dióptrico da córnea, dá ao olho capacidade para focalizar objetos situados a distâncias que vão de 25 cm ao infinito. Estes valores variam para cada indivíduo e até mesmo para os dois olhos de um mesmo indivíduo (PASSOS et al., 2008). No quadro I estão dispostos valores típicos dos raios de curvaturas, espessuras e índices de refração do olho humano.

Quadro I: Valores típicos dos raios de curvaturas, espessuras e índices de refração do olho humano.

	Raio (mm)	Espessura (mm)	Índice de refração
Córnea	+7,8/+6,4	0,6	1,376
Humor Aquoso		3,0	1,336
Cristalino	+10,1/-6,1	4,0	1,386-1,406
Humor Vítreo		16,9	1,337

Fonte: PASSOS et al., 2008, p.12.

3. REFERENCIAIS METODOLÓGICOS

“[...]o ‘bom aprendizado’ é somente aquele que se adianta ao desenvolvimento.” (VYGOTSKY, 1991, p.60)

Toda produção teórica e ou tecnológica que se objetiva na intenção de ser ferramenta útil a alguém, concretiza-se como síntese do esforço de muita pesquisa. Em nosso caso, a elaboração de uma unidade didática, necessita de sólidos pressupostos que lhe servirão de base para que esse seja reconhecido como uma contribuição significativa, como um produto relevante no meio acadêmico.

Sendo assim, para fundamentar o presente, buscou-se em Lev S. Vygotsky [1896 – 1934], intelectual e pesquisador do leste europeu, os princípios e conceitos que sustentarão a abordagem do conteúdo e a metodologia para mediação da temática trabalhada no material didático que estamos apresentando. Tal pensador foi ponte para produção de novos entendimentos relativos ao processo de ensino-aprendizagem e muito contribuiu para o desenvolvimento da psicologia da educação ao longo do último século (FREITAS, 2002).

Especificamente em nosso campo de trabalho e pesquisa, os levantamentos de Gehlen e Delizoicov (2012) nos auxiliam quando vem destacar a crescente utilização de pressupostos vygotksyanos no ensino de ciências. Em sua pesquisa, de acordo com os dados desses autores, os conceitos de Vygotsky fundamentam vários estudos, sinalizando tendências com relação às práticas pedagógicas.

Essas destacam a predominância de aspectos relacionados à investigação de contextos interativos; há ainda estudos científicos no campo do ensino que dão ênfase para dinâmica discursiva e análise do discurso, e mesmo trabalhos que tratam do currículo e a formação de professores para as ciências exatas e naturais. Gehlen e Delizoicov (2012) listam grande relação de temáticas e pesquisadores em cada assunto revelando assim, a extensão no campo do ensino, da utilização de pressupostos vygotksyanos.

Do mesmo modo, o esforço aqui, de elaborar um objeto educacional, um material didático para mediar determinado conteúdo científico; trabalho esse complexo se dá sob o respaldo de Vygotsky.

Justifica-se a escolha desse referencial também o fato de Vygotsky não desprezar o papel do ensino, da instrução escolar e do trabalho do professor, além

da interação entre os sujeitos em processo de ensino-aprendizagem, como fatores que intencionalmente impõem e direcionam no curso de desenvolvimento dos alunos.

Portanto, o presente material, como um instrumento simbólico - repleto de signos - tem o intuito de auxiliar a potencialização da consciência. Nesse sentido, os planos de aula, os textos, a utilização de imagens, ilustrações, mídias etc., que servirão de recurso de mediação, no entendimento vygotskyano devem ser encarados como “ferramentas psicológicas”.

Exemplificando essa noção de ferramentas psicológicas, Sforni (2008) em seu estudo nos apresenta um texto de Vygotsky, que não tivemos acesso direto, no qual traz uma passagem em que o Vygotsky lista as várias ferramentas: a linguagem; os vários sistemas de contagem; as técnicas mnemônicas; sistemas de símbolos algébricos; obras de arte; escrita, esquemas, diagramas, mapas, e desenhos mecânicos; todos os tipos de sinais convencionais, como sendo ferramentas psicológicas.

Ou seja, vários instrumentos artificiais que por serem sociais e históricos, são elaborados para controle dos processos comportamentais como instrumentos ou signos de mediação/passagem do concreto ao abstrato. Esses refletem o progresso, a riqueza da prática sócio-histórica acumulada e que potencializam o processo de interiorização do conhecimento dos sujeitos em situações de aprendizagem.

Esse é o entendimento da proposta que apresentamos com o desafio de ser recurso didático composto por várias ferramentas psicológicas. Contudo, nosso esforço, a partir daqui, será o desafio de apresentar sinteticamente as principais contribuições de Vygotsky para o campo do ensino-aprendizagem, e que no caso, venham contribuir diretamente para o entendimento de nossa proposta de unidade didática.

3.1 A TEORIA DE APRENDIZAGEM DE VYGOTSKY

Para entender a teoria de Vygotsky referente à aprendizagem, primeiramente temos que perceber o materialismo expresso em sua análise. Para Vygotsky, são as condições históricas concretas que formam nossa capacidade de reflexão, o nosso pensar. Meier e Garcia (2011) explicam que Vygotsky foi

reconhecido juntamente com seu grupo de colaboradores, que sempre salientaram que “as origens das formas superiores de comportamento consciente devem ser buscadas nas relações sociais que o sujeito mantém com o mundo exterior” (MEIER e GARCIA, 2011, p.53).

Assim, para Vygotsky, Alexander Luria [1902–1977] e Alexei Leontiev [1903–1979] que compunham o grupo, não é possível um desenvolvimento ideal, universal, ou natural do reflexo psíquico, pois a maturação da consciência para eles é um processo de apropriação e internalização do real mediante a experiência semiótica com o mundo externo.

Portanto, de um modo bem simples, o ser humano é um ser que se constitui “de fora” para “dentro”, ou seja, que desenvolve seu pensar – as formas superiores de comportamento consciente–na existência de interações reais com outros sujeitos ao construírem sua humanidade, que é, portanto, social. Tal compreensão materialista da história provém da influência de Marx e Engels na epistemologia que fundamentou os estudos desse grupo de pesquisadores. Em suma, para Marx (2019), o desenvolvimento da consciência social não tem história independentemente da existência material, sendo por esta determinada.

Isto posto, analisando os problemas relacionados ao processo de desenvolvimento e a capacidade de aprendizado, uma das novidades que Vygotsky acrescentou à psicologia da educação mediante seu materialismo e lógica dialética foi o entendimento do conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) que impulsiona o processo de aprendizagem das crianças. No entanto, para aprofundarmos a compreensão dessa categoria, necessitamos compreender outros aspectos ou níveis que se dão o processo de internalização do conhecimento.

Para Vygotsky (1991), há pelo menos dois níveis de desenvolvimento, o Nível de Desenvolvimento Real (NDR) e o Nível de Desenvolvimento Potencial (NDP) e no processo de aprendizagem dos sujeitos, entre esses dois níveis encontra-se a Zona de Desenvolvimento Proximal.

Um primeiro aspecto para se compreender a teoria de aprendizagem de Vygotsky é reconhecer do fato de que todos os sujeitos aprendizes estão em um determinado Nível de Desenvolvimento Real (NDR). Esse nível compreende a capacidade ou conhecimento do aluno em relação àquilo que já consegue realizar/resolver de forma autônoma. Em seus estudos envolvendo especificamente crianças em situação de aprendizagem, Vygotsky vem explicar que:

O primeiro nível pode ser chamado de nível de desenvolvimento real, isto é, o nível de desenvolvimento das funções mentais da criança que se estabeleceram como resultado de certos ciclos de desenvolvimento já completados. (VYGOTSKY, 1991, p.57).

Para Vygotsky, o ponto de partida para assimilar o processo de internalização dos conceitos é admitir que o aprendizado das crianças inicia antes mesmo delas frequentarem a sala de aula, pois qualquer conteúdo que se apresente aos alunos na escola poderá ter sempre uma história prévia no cotidiano deles. Assim, explica nosso autor, que, “já no período de suas primeiras perguntas, quando a criança assimila os nomes de objetos em seu ambiente, ela está aprendendo” (VYGOTSKY, 1991, p.56).

De acordo com Vygotsky, a capacidade prévia de uma criança de fazer certas “coisas” ou externar conceitos independentemente, seria o nível de desenvolvimento real e esse caracteriza o desenvolvimento mental desse sujeito retrospectivamente (VYGOTSKY, 1991). Portanto, conforme esse entendimento, todos dispomos de um nível de desenvolvimento real; de saberes limitados, que definem funções que já amadureceram em nós. A orientação que Vygotsky deixa é que nos primeiros estágios da experiência estudantil, tais conhecimentos são bem sincréticos e de certa maneira conceitos desorganizados, identificados em respostas simplórias usualmente evocadas em situações contextuais, mas que devem ser mobilizados para que sejam superados.

No entanto, fato essencial para que ocorra a aprendizagem das crianças, a ZDP está no imprescindível momento do processo de ensino/aprendizagem/internalização, “o qual define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário.”(VYGOTSKY, 1991, p. 58). Assim, o trabalho da escola e do professor é dar às crianças as ferramentas adequadas que irão ajudá-las a realizarem novas tarefas ou habilidades, ou seja, dar o apoio para o possível aprendizado.

Como exemplo a essa situação relacionada à ZDP, estão os incontáveis momentos em que ferramentas psicológicas ou signos são intencionalmente acionados no processo de mediação, e o concreto vem auxílio do professor como apoio para a internalização e desenvolvimento do pensamento abstrato.

Assim, instrumentos artificiais foram elaborados para uso didático e controle

dos processos comportamentais. Isso porque, é muito difícil pensar e formular um conceito “quando já não tem quaisquer raízes na situação original e tem que ser formulado num plano puramente abstrato, sem referência a nenhuma situação ou impressão concreta”. (VYGOTSKY, 2002, p.58).

Sobre a centralidade do fator sensorial, as pesquisas realizadas por Vygotsky revelam que o perceptivo, o palpável, ou o uso de ferramentas simbólicas (imagens, ilustrações, etc.), assim como a fala que explana exemplos de situações reais, são imprescindíveis para formulação do pensamento complexo de conceitos de desenvolvimento da consciência. Ou seja, sem o concreto:

A experiência prática mostra também que é impossível e estéril ensinar os conceitos de uma forma direta. Um professor que tenta conseguir isto habitualmente mais não consegue da criança do que um verbalismo vazio, [...], mas que na realidade só encobre um vácuo. (VYGOTSKY, 2002, p.59).

Portanto, a Zona de Desenvolvimento Proximal caracteriza o desenvolvimento mental da criança prospectivamente (VYGOTSKY, 1991), a qual sendo identificada pelo professor, o mesmo terá em seu trabalho de mediação o desafio de criar condições para que o conteúdo trabalhado seja apropriado (no sentido de apreender, de “tomar posse”) e internalizado pelo aluno, gerando nele, novos saberes.

Assim, no processo ensino-aprendizagem, pela lógica dialética, a ZDP, é a antítese que impele sobre um NDR, forçando-o pela negação e por acréscimos semióticos, a superação ou a passagem para outro NDR (VYGOTSKY, 1991).

Emerge nesse processo, sempre como síntese no horizonte futuro, um novo NDP, que é a capacidade do sujeito de aprender e saber mais; situação possivelmente mais complexa a qual se pode alcançar; nível esse, em que o sujeito necessitará de maior auxílio para realizar/resolver os problemas que lhe surgem.

Diante disso, ao entender o que as crianças são capazes de alcançar sozinhas, bem como o seu potencial, o que elas são capazes de alcançar com a ajuda de um adulto, os educadores podem agir na ZDP e desenvolver planos para ensinar de um modo mais apropriado, dando aos alunos uma libertação gradual de responsabilidades para executar tarefas de forma independente. Para Sforni (2008) às interações sociais é dado lugar de destaque nas obras de Vygotsky, mas o “seu valor no contexto escolar não está restrito à relação sujeito-sujeito, mas no objeto que se apresenta nessa relação – o conhecimento.” (SFORNI, 2008, p.23)

Portanto, com base nesse pressuposto podemos argumentar que, com um planejamento prévio, com a intencionalidade de uma ação que possibilite o aprendizado e potencialize o desenvolvimento do sujeito, a presença de alguém com o conhecimento e a capacidade necessária para orientar o aluno no processo é um fator crucial. Isso porque, "a instrução é uma das principais fontes dos conceitos da criança em idade escolar e é também uma poderosa força de orientação da sua evolução, determinando o destino de todo o seu desenvolvimento mental."(VYGOTSKY, 2002, p.61).

Desse modo, em Vygotsky, a instrução escolar acessa ou possibilita a criação uma nova "zona de desenvolvimento proximal" em cada novo estágio do efetivo aprendizado ou avanço do estudo. Em suas palavras, Vygotsky propõe que um aspecto essencial do aprendizado:

[...] é o fato de ele criar a zona de desenvolvimento proximal; ou seja, o aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em operação com seus companheiros. Uma vez internalizados, esses processos tornam-se parte das aquisições do desenvolvimento independente da criança.(VYGOTSKY, 1991, p.61).

Em síntese, se pode identificar nos textos vygotksyanos a existência de três fatores indispensáveis para o processo de aprendizagem escolar: o primeiro é a presença de alguém com o conhecimento e as habilidades necessárias para orientar o aluno que está aprendendo; segundo ponto são as interações sociais que permitem ao aluno observar e praticar suas habilidades, e, o terceiro ponto são os apoios - instrumentos simbólicos/signos - fornecidos pelo professor que ajudam a orientar o aluno na ZDP.

Portanto, a escola é a instituição que tem por função social o trabalho de dispor objetivamente os conhecimentos científicos acumulados pela humanidade (SAVIANI, 2005). Contudo, dentre as estratégias e metodologias de transposição didática, não se pode prescindir da figura central dos sujeitos, o estudo e análise mediante a realidade prática. Sobre essa questão, nosso pressuposto teórico aponta que:

[...]o estudo dos conceitos científicos enquanto tais, tem importantes implicações para a educação e a instrução. Embora os conceitos não sejam absorvidos já completamente formados, a instrução e a aprendizagem desempenham um papel predominante na sua aquisição.Descobrir a relação complexa entre a instrução e o desenvolvimento dos conceitos científicos é uma importante tarefa prática. (VYGOTSKY, 2002, p.62).

A partir dessa passagem, fica claro o materialismo e o par dialético externo-interno, presente na compreensão da teoria da aprendizagem de Vygotsky, na qual o exterior (tarefa prática) condiciona os processos internos de absorção de conceitos.

Assim, ao salientar a inter-relação que há entre o externo que se manifesta, mediante a objetivação de estratégias de instrução e uso de signos (ferramentas), que possibilitam tocar o interno, o subjetivo de alguém, o seu reflexo psíquico, nesse processo de acordo com Vygotsky, ocorre a internalização e superação, que é quando o sujeito apreende e fórmula conceitos e passa a desenvolver formas superiores de comportamento consciente. Enfim, pode se perceber nesse transcurso dialético a importância do trabalho da escola e do professor, reconhecendo nesse movimento a decorrência do fenômeno que se entende por ensino-aprendizagem.

3.1.1 A zona de desenvolvimento proximal: o problema como uma estratégia

A proposta da presente unidade didática que aqui teoricamente queremos fundamentar, assenta-se no entendimento muito evidente nos pressupostos vygotskyanos, de que a finalidade da escola é proporcionar aos jovens a compreensão da realidade da vida. Em toda sua análise referente à conceituação e exemplos em alusão ao entendimento do que seria a Zona de Desenvolvimento Proximal, percebe-se essa finalidade a qual Vygotsky atribui como papel da escola.

Tal concepção é esclarecida também por John-Steiner e Souberman (1991), quando, ao comentarem os estudos de Vygotsky, relatam que o aprendizado é entendido como um processo estritamente social, em base do diálogo e as diversas funções da linguagem, tanto na instrução, quando na externalização do pensamento do aluno no processo, em seu desenvolvimento cognitivo mediado. (JOHN-STEINER e SOUBERMAN, 1991, p.87)

Portanto, dado ao objetivo de se criar possibilidades para preparar a criança para vida, obviamente se reconhece as limitações dessa mediação no âmbito do trabalho escolar, que se restringe a um programa de estudos selecionado para ser trabalhado num determinado tempo e espaço. A realidade da vida é marcada por complexidades. Assim, também se entende o trabalho do professor, um trabalho complexo.

Para a dialética vygotskyana no processo ensino-aprendizagem, professores e alunos estão fadados a falarem e cabe ao docente, o sujeito que tem a intencionalidade de levar o aluno a se desenvolver, compete ao professor o desafio metodológico de mesclar instrução e prática. De acordo com nossa ponte teórica, por ser a tarefa de aprender um decurso social, “o recurso às palavras para aprender a orientar os processos mentais pessoais é parte integrante do processo de formação dos conceitos.” (VYGOTSKY, 2002, p.44)

Contudo, outra orientação que o autor nos traz é em relação ao trabalho pedagógico basear-se pela noção de resolução de problemas, como uma estratégia que possibilita trabalhar na Zona de Desenvolvimento Proximal do aluno. Sobre esse aspecto, Gehlen e Delizoicov (2012), argumentam que, o quê Vygotsky propõe é outra forma de resolução de uma situação-problema estabelecendo um elo intermediário entre o estímulo que é provocado pelo meio exterior (objeto) e a resposta do sujeito (GEHLEN e DELIZOICOV, 2012, p.61).

Gehlen e Delizoicov (2012) explicam-nos que Vygotsky se refere a problemas que parecem estar relacionados às interações sociais, ao meio, a vivência dos sujeitos. Na ação pedagógica, se constituído por problemas e pela busca de suas soluções, “parece sugerir a inclusão de problemas ligados à relação entre os homens e entre eles e a natureza, uma vez que se vinculam à vida cultural, profissional esocial.” (GEHLEN e DELIZOICOV, 2012, p.64). Assim para Vygotsky:

[...] é precisamente com o auxílio dos problemas propostos, da necessidade que surge e é estimulada, dos objetivos colocados perante o adolescente que o meio social circundante o motiva e o leva a dar esse passo decisivo no desenvolvimento do seu pensamento (VYGOTSKY, 2000, p.171).

Assim, para Vygotsky, a busca de possíveis respostas para a situação-problema, mediante a interação, exigirá engajamento e possibilitará a ocorrência da aprendizagem. Explica-nos Gehlen e Delizoicov (2012), que em sua concepção de método experimental, para Vygotsky, o experimento precisa oferecer o máximo de oportunidade para que o sujeito se comprometa nas mais variadas atividades que possam ser observadas e se for o caso, controladas. Assim, concluem Gehlen e Delizoicov (2012), que uma situação-problema apresentada em sala de aula deverá estar em sintonia com a atividade planejada, e poderá contribuir na organização de práticas educativas eficazes.

Enfim, considera-se que na situação de ensino-aprendizagem, seja imprescindível a comum interação professor-aluno. A instrução do sujeito professor fará mais sentido se o sujeito aluno estiver disposto a participar ativamente do processo. Assim, por um lado, esse aluno sendo de certo modo instigado, e por outro, passando a ter interesse em se habilitar e realizar experiência proposta, com o decorrer do trabalho, esse aluno mesmo torne-se componente efetivo de sua própria aprendizagem.

Nesse processo, ocorre a internalização e superação, que é quando o sujeito apreende e formula conceitos e passa a desenvolver formas superiores de comportamento consciente. Isso quer dizer que o seu entendimento em relação às “coisas” realidade da vida, a sua visão de mundo, o seu comportamento e personalidade, são fruto, portanto, de objetivações externas.

Com isso, na teoria de aprendizagem de Vygotsky estão descartadas todas as formas de idealismos e supostas predisposições naturais do desenvolvimento humano. Daí decorre a importância indispensável do trabalho da escola e da mediação do professor em bases científicas mediante análise de problemas reais do meio, passíveis de serem compreendidos e, quiçá, transformados.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente unidade didática foi elaborada, com o propósito de contribuir no trabalho dos professores do componente curricular de Física que atuam no 2º ano do Ensino Médio, na mediação do conteúdo “Matéria e Radiação, abordando conhecimentos referentes ao “Espectro Eletromagnético – óptica geométrica”, o conteúdo “Luz visível e propriedades ópticas”. A intenção é trabalhar a habilidade que descreve o propósito de:

EM13 CNT103 - Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, na indústria e na geração de energia elétrica. (PARANÁ, 2021, p.417).

O estudo foi motivado pelo fato, de que, existe uma carência na discussão sobre os assuntos relacionados à Física e Óptica no ambiente escolar, e, quando são abordados, esses temas são trabalhados de maneira superficial. Dessa maneira, não permitindo a apropriação do conhecimento necessário para os alunos deterem o saber necessário para identificar, em si próprios, as alterações oculares, e, assim, poderem tomar medidas preventivas em relação a estes problemas.

Portanto, um problema que atrapalha grande parte do nosso trabalho de mediação, é a falta de propostas didáticas que tragam atividades exequíveis de se realizar com os alunos; encaminhamentos adequados à idade e a série, que abordemos conteúdos de forma motivadora e criativa para possibilitar a aprendizagem e o exercício da reflexão crítica. (KNOUBLAUCH, 2013)

Como sabemos, a visão é um dos sentidos que nos conecta com o mundo exterior; elemento importante no processo de aprendizagem e de interação social, um acometimento no campo visual pode levar o aluno a desenvolver déficits de aprendizagem, isolamento social, os quais podem afetar tanto sua saúde física, quanto a integridade biopsicossocial. Compreendendo que, o processo de ensino-aprendizagem, é estabelecido aliando-se o saber científico às experiências vivenciadas, torna-se relevante oportunizar a interação do conhecimento teórico, com atividades práticas, favorecendo a construção do conhecimento adaptado a realidade social do meio em que se encontra o aluno. (KNOUBLAUCH, 2013)

Acredita-se que uma abordagem didática e dinâmica no ensino da Física, envolvendo metodologias ativas de aprendizagem, é capaz de desenvolver posturas

críticas nos educandos, aguçando o interesse na pesquisa, tornando-os agentes de mudança de seus próprios comportamentos, bem como, influenciadores do meio em que estão inseridos.

O “Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná” (PARANÁ, 2021), documento que orientará o trabalho dos professores dessa etapa da educação básica pelos próximos anos no referido estado, postula por uma aprendizagem significativa mediante o trabalho criativo do professor. No planejamento de seu trabalho, de acordo com a orientação, o docente deve buscar a utilização de diversos recursos, pois:

O professor licenciado em Física precisará aplicar metodologias que envolvam o estudante nos conteúdos, a fim de desenvolver as habilidades relacionadas diretamente como componentes, assim como as competências gerais da BNCC. Para isso, o professor pode utilizar diferentes meios, levando em conta os fatores socioeconômicos da região e do perfil dos estudantes a quem se deseja atingir. (PARANÁ, 2021, p.405).

Assim, as intenções da proposta são de modo específico, desenvolver recursos didáticos para potencializar o entendimento dos conceitos físicos abordados sobre o funcionamento do olho humano e possibilitar aos alunos situações que lhes permitam formular e avaliar hipótese sobre um fenômeno suscetível de ser observado em laboratório, prevendo a influência de um dado parâmetro no fenômeno em estudo.

De acordo com Ottaiano et al. (2019, p.17) “cerca de metade dos estimados 1,4 milhões de casos de cegueira em crianças com menos de 15 anos de idade poderia ter sido evitado”.

Acredita-se que ao aprofundar o estudo sobre as alterações da visão (miopia, hipermetropia, astigmatismo) o aluno possa identificar precocemente sinais de alerta e saber em que situações procurar precocemente o tratamento e/ou correção adequados, impedindo a possibilidade de cronicidade da patologia e facilitando sua correção e ou cura.

4.1 DESCRIÇÃO DO PRODUTO

Inicialmente foram elencados objetivos da pesquisa, a qual deve abranger o propósito, dentro do contexto da óptica do olho humano, o tema foi definido, com o

intuito de realizar buscas que contribuam para a formulação da proposta.

A estruturação da presente proposta de ensino consiste nos seguintes passos:

Inicialmente serão trabalhados em sala de aula os conceitos físicos da óptica geométrica, os fenômenos ópticos (reflexão, refração, difração e decomposição da luz), apresentados os temas referentes à biofísica, anatomia e fisiologia do olho, anomalias da visão (miopia, hipermetropia, astigmatismo).

Serão utilizados vídeos, leitura e discussão de artigos científicos, trabalho em grupo com explanação oral, e, também, será realizada atividade prática utilizando um simulador de olho humano.

A atividade prática para trabalhar a anatomia do olho poderá ser realizada em laboratório de ciências da natureza, e, consistirá em utilização de simulador do olho humano em material plástico, contendo estruturas para estudo individualizado das partes que compõem o globo ocular.

A interação entre teoria e prática busca fortalecer as experiências vivenciadas pelo aluno, em seu cotidiano, facilitando a assimilação dos assuntos abordados, através de metodologias ativas com participação do educando na construção do seu conhecimento.

Para trabalhar todos os conteúdos elencados a proposta foi a de utilizar aulas teóricas e experimentais, divididas em 06 (seis) aulas, baseadas nas observações de fenômenos físicos e na sociointeração dos educandos tornando-os responsáveis e participativos pela própria aprendizagem e formação. Os temas desenvolvidos nessa sequência didática serão: o olho humano; anomalias da visão; e dioptrias.

As propostas de aulas foram distribuídas da seguinte maneira:

Aula 01: Ao iniciar o trabalho o professor fará a sensibilização dos alunos sobre o tema, utilizando escritas em braile para a transcrição. Após os alunos irão assistir um vídeo sobre o olho humano e montarão um “quebra-cabeça” com o modelo de olho, durante esse tempo será fomentado a discussão, o debate e a interação do professor com os alunos e entre os alunos para avançar coletivamente nas reflexões e nos conhecimentos da função de cada parte constituinte do olho humano. Para finalizar o professor faz uma breve explicação sobre o ponto próximo e o ponto remoto.

Aula 2: O tema da aula serão olho humano, inicia-se a aula pedindo para que cada aluno com o auxílio de um espelho observe as características do seu olho, após será apresentado um vídeo sobre a anatomia do olho em 3D e na sequência os alunos farão uma atividade experimental simulando o olho emétrepe. Com essa contribuição espera-se que o aluno compreenda o funcionamento do olho humano.

Aula 3: Nessa aula terá como início do estudo das anomalias de visão e será trabalhado a hipermetropia. Inicia-se com um vídeo para a melhor compreensão sobre a diferença entre as profissões de ópticos, oftalmologistas e optometristas e dando sequência os alunos serão divididos em grupos e farão uma atividade experimental simulando o defeito de visão da hipermetropia e suas possibilidades de correção.

Aula 4: Ao iniciar a aula o professor levará aos alunos diferentes tipos de lentes de óculos e lentes de contato (rígidas e gelatinosas) oportunizando aos alunos observarem e identificarem a diferença entre os tipos de lentes corretivas. Após, será apresentado um vídeo mostrando como os míopes, hipermetrópes e astigmáticos enxergam. Finalizando a aula será proposto uma atividade experimental simulando o defeito de visão da miopia.

Aula 5: A aula terá seu início com um teste que o professor realizará com os alunos para diagnosticar possíveis alunos com algum grau de astigmatismo. Após, os alunos realizarão uma atividade experimental para compreender o funcionamento de uma lente cilíndrica. A atividade experimental será conduzida por um roteiro para dar autonomia aos alunos na resolução de problemas. Ao final da aula os alunos farão uma pesquisa sobre a causa do astigmatismo e o professor fomentará a discussão entre pares e com o professor para uma melhor compreensão do assunto.

Aula 6: A aula tem como título: Qual o meu grau? Saiba como interpretar a receita de um oftalmologista. Para iniciar a professora fará uma explanação utilizando o recurso de data show explicando como interpretar a receita de um oftalmologista e, na sequência, os alunos farão uma atividade utilizando a técnica de rotação por estações onde terá diferentes situações problemas e os grupos deverão fazer a atividade proposta em cada estação.

4.2 MODELO FÍSICO DO OLHO HUMANO

Para a construção do modelo do olho humano (Figura 4.1) são utilizados os

seguintes materiais:

Embalagem de detergente líquido três litros (Figura 4.1(a));

Tinta spray preto fosco (Figura 4.1(b));

Cola quente (Figura 4.1(c));

Parafuso (Figura 4.1(d));

Porca de parafuso (Figura 4.1(e));

Régua metálica (Figura 4.1(f));

Lente convergente de vergência 12di (Figura 4.1(g));

Anteparo de pvc (Figura 4.1(h)).

Figura 4.1 – Materiais para montagem do simulador do olho humano



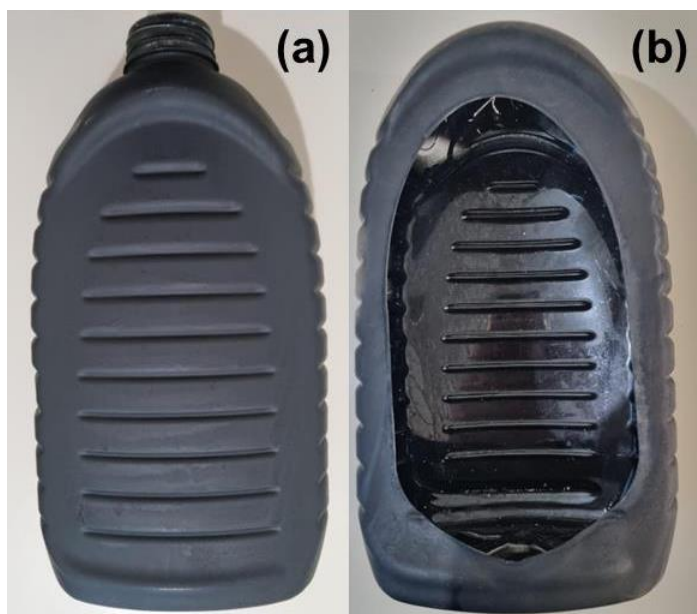
Fonte: A autora

4.2.1 Como fazer a montagem do modelo físico do olho humano

Para a montagem do equipamento primeiramente deve ser feito a pintura da embalagem de detergente com a tinta spray preto fosco (Figura 4.2(a)). Após

deve ser realizado um recorte na parte superior e anterior da embalagem, esse recorte foi feito a laser (Figura 4.2(b)).

Figura 4.2 – Material para montagem do globo ocular



Fonte: A autora

Na etapa seguinte foi feito um furo na parte de trás para a colocação da porca de parafuso e do parafuso. Essa porca deve ser fixada, utilizei cola quente para isso (Figura 4.3).

Figura 4.3 – Esquema de fixação para posicionamento da imagem na retina



Fonte: A autora

O anteparo de pvc (Figura 4.4) deve ser fixado na ponta do parafuso, pode-se utilizar uma porca de parafuso para melhor fixação.

Figura 4.4 – Anteparo que simula a retina



Fonte: A autora

Na parte da frente do descartável será colado a lente convergente de 12 di (Figura 4.5).

Figura 4.5 – Lente convergente que simula o cristalino



Fonte: A autora

O simulador do olho está pronto (figura 4.6), agora é importante fazer medidas para marcação da localização do anteparo onde será simulado o olho normal, a miopia e a hipermetropia, lembrando que a fonte de luz deverá ficar fixa 25 cm da lente (Ponto Próximo).

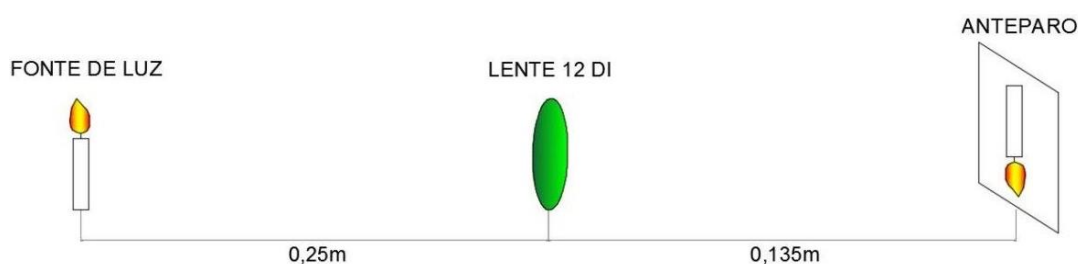
Figura 4.6: Simulador físico do olho humano



Fonte: A autora

Na Figura 4.7 temos um esquema de representação da formação da imagem obtido a a partir do simulador.

Figura 4.7: Esquema gráfico de uso do simulador para olho normal



Fonte: A autora

4.3 CAMPO DE APLICAÇÃO E SUJEITOS DE PESQUISA

O projeto de pesquisa foi submetido à apreciação de professores QPM (Quadro Próprio do Magistério) da SEED (Secretaria do Estado da Educação e Esporte).

Foram elencados um total de 8 (oito) profissionais, os quais que desenvolvem suas atividades em escola da rede pública de ensino, todos concursados, atuantes no Ensino Médio na área de Ciências da Natureza, componentes curriculares de Física, Química e Biologia.

Os participantes receberam o modelo do objeto educacional e avaliaram a viabilidade de aplicação em suas aulas, e, posteriormente, responderam a um questionário avaliando a operacionalização do instrumento, bem como, propondo

possíveis pontos a serem melhorados.

4.4 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

O presente instrumento foi disponibilizado na plataforma Google Forms, facilitando a participação dos sujeitos, a coleta e posterior compilação e análise dos dados.

4.4.1 Questionário de Avaliação da Unidade Didática

O questionário encaminhado aos professores continha as seguintes questões.

1) É um recurso eficiente para o ensino?

() Excelente

() Muito bom

() Bom

() Regular

() Ruim

2) A metodologia de construção na U.D permite que outra pessoa reconstrua as atividades propostas?

() Excelente

() Muito bom

() Bom

() Regular

() Ruim

3) O conteúdo sugerido pode atender às diferentes propostas de ensino?

() Excelente

() Muito bom

() Bom

() Regular

() Ruim

4) Dentro das atividades a serem desenvolvidas, a óptica da visão pode ser adequadamente evidenciada?

- ☐ Excelente
- ☐ Muito bom
- ☐ Bom
- ☐ Regula
- ☐ Ruim

5) As demonstrações experimentais propostas cumprem o propósito para o qual foram construídas?

- ☐ Excelente
- ☐ Muito bom
- ☐ Bom
- ☐ Regular
- ☐ Ruim

6) Há sequência didática no conteúdo abordado?

- ☐ Excelente
- ☐ Muito bom
- ☐ Bom
- ☐ Regular
- ☐ Ruim

7) O objetivo didático do projeto está relacionado às atividades propostas?

- ☐ Excelente
- ☐ Muito bom
- ☐ Bom
- ☐ Regular
- ☐ Ruim

8) As imagens exibidas em cada U.D estão de acordo com cada conteúdo a ser desenvolvido?

- ☐ Excelente

☐ Muito bom

☐ Bom

☐ Regular

☐ Ruim

9) O conteúdo corresponde aos objetivos propostos em cada U.D?

☐ Excelente

☐ Muito bom

☐ Bom

☐ Regular

☐ Ruim

10) Os roteiros sugeridos estão relacionados ao conteúdo das atividades experimentais realizadas:

☐ Excelente

☐ Muito bom

☐ Bom

☐ Regular

☐ Ruim

11) Considerações Finais – Deixe aqui sua opinião sobre o potencial de uso do produto ou se existem fragilidades

4.5 ANÁLISE DE DADOS

Após a conclusão do documento de modelo experimental de ensino, foi disponibilizado o guia instrutivo de aplicação da atividade proposta, juntamente com questionário avaliativo sobre a viabilidade e aplicabilidade do instrumento em sala de aula. O modelo físico do olho humano e o guia instrutivo de aplicação da atividade proposta, constituem o produto educacional.

5. RESULTADOS

Os resultados obtidos após a análise dos questionários aplicados aos professores, são detalhados a seguir.

Questão 1: *É um recurso eficiente para o ensino?*

Para esta questão 75% das respostas obtidas indicaram como sendo excelente a eficiência do instrumento após ter sido aplicado, sendo que outros 25% apontaram como muito bom.

Questão 2: *A metodologia de construção na U.D permite que outra pessoa reconstrua as atividades propostas?*

A questão número 2 permite avaliar a aplicabilidade, bem como a execução da montagem do modelo experimental, 75% dos entrevistados identificam como sendo excelente e outros 25% como muito bom, o que permite reconhecer que o instrumento pode ser facilmente reproduzido nos mais diversos ambientes educacionais.

Questão 3: *O conteúdo sugerido pode atender às diferentes propostas de ensino?*

Em relação ao conteúdo sugerido para trabalhar o ensino de óptica da visão 87,5% das respostas apontam como excelente e 12,5% como muito boa a sugestão de conteúdo disposta na proposta de ensino do instrumento didático.

Questão 4: *Dentro das atividades a serem desenvolvidas, a óptica da visão pode ser adequadamente evidenciada?*

Esta questão buscou identificar a evidência da proposta de ensino de óptica da visão utilizando o modelo experimental, obtendo 100% das respostas como excelente.

Questão 5: *As demonstrações experimentais propostas cumprem o propósito para o qual foram construídas?*

Um total de 87,5% dos entrevistados avaliou como excelente o modelo experimental proposto, sendo 12,5 % muito bom. A análise confirma que o instrumento contribui na fixação do conteúdo apresentado, servindo aos propósitos definidos.

Questão 6: *Há sequência didática no conteúdo abordado?*

Em relação à sequência didática, 75% apontam como excelente e outros 25% como muito bom, permitindo concluir que o conteúdo apresenta uma sequência a ser seguida. Não foi abordado mais detalhadamente, no entanto é uma análise que pode ser feita e ajustada para posteriormente readequar a proposta de ensino.

Questão 7: *O objetivo didático do projeto está relacionado às atividades propostas?*

As respostas apontam que 100% dos entrevistados confirmam a correlação do objetivo didático e da proposta de ensino, permitindo evidenciar que o instrumento é eficaz ao que se propõe.

Questão 8: *As imagens exibidas em cada U.D estão de acordo com cada conteúdo a ser desenvolvido?*

Em relação às imagens disponíveis em cada Unidade Didática, 87,5% classificam como excelente e outros 12,5% como muito bom, evidenciando que as imagens dispostas são coerentes e contribuem na fixação do conteúdo.

Questão 9: *O conteúdo corresponde aos objetivos propostos em cada U.D?*

Nesta questão, buscou-se avaliar se o conteúdo disposto em cada Unidade Didática estava adequado e coerente com a proposta de ensino. Na avaliação, 87,5% apontam como excelente e 12,5% como muito bom o conteúdo apresentado em cada U.D.

Questão 10: *Os roteiros sugeridos estão relacionados ao conteúdo das atividades experimentais realizadas?*

Em relação aos roteiros sugeridos para cada aula, buscou-se avaliar, com esta questão, se estes possuem relação com as atividades experimentais, o que, na prática, 87,5% dos entrevistados avaliou com excelente e outros 12,5% como muito bom a relação entre conteúdo e a aplicação da atividade prática sugerida no modelo experimental de ensino proposto.

Questão 11: *Considerações Finais - Deixe aqui sua opinião sobre o potencial de uso do produto ou se existem fragilidades.*

Retornaram 7 (sete) respostas

R1: A UD aborda um conteúdo que normalmente é visto como abstrato pelos alunos de maneira lúdica e prática, o que desperta a curiosidade pela aprendizagem e pela sua saúde e de seus familiares, já que esses conhecimentos podem facilmente ser aplicados no auto cuidado.

R2: “A UD mencionada foi muito bem elaborada, acessível e contribuirá para que a aprendizagem se torne mais significativa para todos os envolvidos.”

R3:” Muito bom o trabalho parabéns.”

R4: “A abordagem do tema é interessante, instrutiva e estimulante.”

R5: “A UD possui uma metodologia que possibilita o aluno a aprendizagem ativa, envolvendo os componentes curriculares das ciências da natureza.”

R6: “A UD foi bem estruturada. A disponibilização das aulas, do roteiro e do material condiz com o que é proposto e será um excelente material de apoio a ser usado pelos professores.”

R7: “Ressalto a importância de materiais dessa natureza, porém ressalto reestruturar o índice e devidamente seus pares, pois alguns tópicos parecem um pouco truncados.”

Essa questão possui caráter discursivo, onde 7 (sete) dos 8 (oito) entrevistados responderam à pergunta. As respostas foram transcritas integralmente conforme se apresentam registradas no formulário de avaliação, sendo identificados os sujeitos como R1, R2, R3, R4, R5, R6 e R7, de acordo com a ordem das respostas apresentadas no instrumento de avaliação.

A análise do questionário aplicado aos professores que avaliaram o projeto piloto aponta, que, o modelo didático-pedagógico do instrumento em estudo, permite ao aluno desenvolver suas potencialidades, bem como, refletir desde o processo de elaboração do modelo do olho humano conciliando a teoria com a prática.

Sendo assim, a abordagem de ensino disposta neste instrumento, vêm a somar com o papel social da escola, de oportunizar, aos educandos, estratégias e metodologias para dispor os conhecimentos científicos, utilizando-se de ferramentas, instrumentalizando-os com conhecimento e técnicas que permitam a reflexão do meio em que estão inseridos, desafiando-os a propor soluções para os problemas identificados em sua realidade,

Outro ponto positivo que pode ser observado na análise dos dados é a praticidade com que o modelo pedagógico apresentado consegue abordar um tema tão relevante e complexo, de uma forma simplificada. Os materiais utilizados no

modelo físico do olho humano podem ser encontrados com facilidade, o que permite sua produção nos mais diversos ambientes.

A utilização de atividades diversificadas permitem um aprofundamento e reflexão, que desafia o tempo todo o educando a se comprometer com o tema, e, ao mesmo tempo, propor soluções baseadas no conhecimento científico assimilado.

Pode-se inferir a unidade didática de proposta de ensino de óptica da visão apresentado neste estudo demonstrou-se ser de fácil aplicação, com roteiro de aulas objetivo e metodologia de ensino dinâmica, permitindo o desenvolvimento das potencialidades individuais. O processo avaliativo apresentado revela-se eficaz, e, consistentemente atrelado às habilidades que espera-se que o educando esteja desenvolvendo em cada atividade proposta.

Por se tratar de um estudo inédito, necessitou um aprofundamento bibliográfico para a elaboração de ferramentas e estratégias na formulação da estrutura didático-pedagógica. No entanto, acredita-se ser um ponto de partida para o desenvolvimento de novos estudos na área e aprimoramento das propostas aqui apresentadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente unidade didática surge como uma perspectiva de inovação das aulas sobre ótica da visão, sendo sua execução de fácil aplicação e construção do modelo de olho humano, pode ser implementado em sala de aula nos mais diversos ambientes, tendo em vista que os materiais utilizados são simples de serem encontrados. A metodologia utilizada permite o envolvimento do aluno em todas as etapas, despertando sua responsabilidade e criatividade, fundamentais para o processo de ensino-aprendizagem efetivo.

O conhecimento objetiva despertar nos alunos precocemente o interesse por manter-se saudável, e, principalmente estar alerta caso exista alguma alteração visual, permitindo o reconhecimento prévio dos fatores que podem levar às afecções que, se diagnosticadas à longo prazo, podem ser até mesmo irreversíveis.

Sendo assim, demonstramos que estamos avançando junto ao que buscamos, que, é, a importância de o professor de Física reconhecer a relevância social da disciplina relacionada à Ótica da visão, e, busque utilizar uma linguagem acessível para trabalhar o assunto, que por muitas vezes é visto de maneira superficial, sem o devido aprofundamento. Para conseguir tal propósito, sugere-se ao professor, utilizar-se de métodos didáticos que atendam às necessidades de aprendizagem de seus alunos, empoderando-os como agentes de transformação de sua realidade e do meio em que estão inseridos.

Ao se trabalhar questões referentes aos problemas como os erros de refração em idade escolar, juntamente ao componente de Óptica da Visão, na disciplina de Física, permite-se ao aluno conhecer os principais problemas que podem afetar a visão especialmente de crianças em idade escolar, e, ao instrumentalizá-lo sobre como reconhecer possíveis alterações, permite-se que este possa estar buscando, em tempo oportuno, auxílio e ou tratamento oftalmológico, caso reconheça em si ou em outros conhecidos alguma anormalidade, evitando problemas visuais mais graves.

As propostas desta unidade didática permitem unir os setores saúde/educação, onde a escola desempenha seu papel social, como agente transformador, permitindo, aos indivíduos, o conhecimento para que possam desfrutar de níveis mais elevados de saúde, através da educação.

Podemos considerar que demos um grande passo em relação à incentivar

novos modos de operar o ensino da Óptica Geométrica, no campo da Disciplina de Física.

Concluimos, assim, que atingimos nosso objetivo em estabelecer um instrumento com novas estratégias para evidenciar a importância do ensino de envolver o aluno no processo de ensino-aprendizagem, e, mais que isso, de despertar o interesse pessoal em investigar se os hábitos e estilos de vida que vêm desenvolvendo são condizentes em promover uma boa saúde ocular. O presente instrumento permite instrumentalizar o aluno em saber o que é normal e em que casos deve procurar ajuda profissional para tratar precocemente possíveis afecções visuais, que, se identificadas previamente podem prevenir o desenvolvimento de problemas irreversíveis na fase adulta.

REFERÊNCIAS

BAIÃO, Andre Francês. **Simulador Óptico Dinâmico do Olho Humano**. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Biomédica. Faculdade de Ciências e Tecnologia: Universidade Nova de Lisboa. 106p, 2013.

BRITO, Patricia Ribeiro; VEITZMAN, Sílvia. Causas de Cegueira e baixa visão em crianças. **Arq. Bras. Oftal**, v.63, n.1, 2000.

Disponível

em:<<https://www.scielo.br/j/abo/a/YJDcDGfW6PwkZfzrpfRgdyN/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em 04 nov. 2022.

FREITAS, Maria T. de Assunção. **Vygotsky e Bakhtin Psicologia e Educação: um intertexto**. 4.ed. São Paulo: Editora Ática. 2002.

GEHLEN, Simoni Tormöhlen; DELIZOICOV, Demétrio. A Dimensão Epistemológica da Noção de Problema na Obra de Vygotsky: implicações no ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**—V17(1), pp.59-79, 2012.

GUIMARAES, Osvaldo; PIQUEIRA, Jose Roberto; CARRON, Wilson. **Física: Ensino Médio**. 1ed. Ática. São Paulo, 2013.

JOHN-STEINER, Vera; SOUBERMAN, Ellen. Posfácio. IN.VYGOTSKY, L.S. **A Formação Social da Mente**. 4. ed. São Paulo, Martins Fontes. 1991.

KNOBLAUCH, Nilda Von. Olho humano: a janela de entrada para o estudo da óptica. **Cadernos PDE**, v. 1, 2013. Disponível em:<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernos/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_uem_fis_artigo_nilda_von_knoblauch.pdf>. Acesso em 30 out. 2020.

MARX, Karl. **A ideologia alemã**: crítica da mais recente filosofia alemã em seus representantes Feuerbach, B. Bauer e Stiner. Petrópolis: Vozes, 2019.

MEIER, Marcos; GARCIA, Sandra. **Mediação da aprendizagem**: contribuições de Feurstein e de Vygotsky. 7.ed. Curitiba: Edição do Autor. 2011

MOREIRA, Marco Antonio. e OSTERMANN, Fernanda. **Teorias construtivistas**. Textos de apoio ao professor de Física; n.10. Porto Alegre: Instituto de Física UFRGS, 1996.

OTTAIANO, José Augusto Alves; ÁVILA, Marcos Pereira de; UMBELINO, Cristiano Caixeta; TALEB, Alexandre Chater. **As condições de saúde ocular no Brasil**. 1 ed. São Paulo, 2019. Disponível em:<https://www.cbo.com.br/novo/publicacoes/condicoes_saude_ocular_brasil2019.pdf>. Acesso em 13 out. 2020.

PARANÁ, Referencial curricular para o ensino médio do Paraná / Secretaria de Estado da Educação e do Esporte. Curitiba: SEED/PR, 2021.

FREITAS, Maria T. de Assunção. **Vygotsky e Bakhtin Psicologia e Educação: um intertexto**. 4. ed. São Paulo: Editora Ática. 2002.

PASSOS, Erinaldo Costa; NETO, A. V. de A. LEMAIRE, Thierry. Comportamento ótico do olho humano e suas ametropias. **Caderno de Física da UEFS**, v. 1-2, n. 06, 2008, p.7-18.

SAVIANI, D. **Pedagogia Histórico-Crítica**. 9. ed. Campinas: Autores Associados, 2005.

SFORNI, M. S. F. Aprendizagem e Desenvolvimento: o papel da mediação. In: CAPELLINI, Vera Lúcia Fialho; MANZONI, Rosa Maria. (Org.). **Políticas públicas, práticas pedagógicas e ensino-aprendizagem**: diferentes olhares sobre o processo educacional. Bauru-UNESP/FC/SP: Cultura Acadêmica, 2008.

VILLAS BÔAS, Newton; DOCA, Ricardo; ~BISCUOLA, Valter José. **Física 2**. 2ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**. 4. ed. São Paulo, Martins Fontes.1991.

VYGOTSKY, L. S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes. 2000.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. Edição eletrônica: Ed Ridendo Castigat Mores. 2002. 112p. Disponível em: <https://www.institutoelo.org.br/site/files/publications/5157a7235ffccfd9ca905e359020c413.pdf>. Acesso em 25 abril 2022.

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. **Física para o Ensino Médio: Termologia e óptica ondulatória**. 4ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

ZIN, Andrea. **Desafios para garantir a saúde visual infantil no Brasil**. Rev. Universo Visual. Disponível em: <https://universovisual.com.br/secaodesktop/artigos/1085/desafios-para-garantir-a-saude-visual-infantil-no-brasil>>. Acesso em: 10 jun 2022.

APÊNDICE A

UNIDADE DIDÁTICA

PROPOSTA DE ENSINO DE ÓPTICA DA VISÃO PARA O ENSINO MÉDIO

FRANCIELI JAQUELINE NOLL DELLA VECHIA

PONTA GROSSA

2023

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	54
1 BIOFÍSICA DO OLHO HUMANO	57
1.1 O olho humano	57
1.1.1 Estrutura e funcionamento do globo ocular	57
1.1.2 Campo Visual	60
1.1.3 Acuidade Visual	60
1.1.4 Anomalias da Visão	61
1.1.5 Lentes Delgadas	64
1.1.6 Dioptria	65
2 INTRODUÇÃO	67
3 ESTRUTURAÇÃO DIDÁTICO-METODOLÓGICA	68
Aula 01	70
Aula 02	72
Aula 03	73
Aula 04	74
Aula 05	75
Aula 06	76
4 MODELO FÍSICO DO OLHO HUMANO	77
Figura 6 Simulador físico do olho humano	81
CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
REFERÊNCIAS	83
BIBLIOGRAFIA	84
ANEXO I	85
Atividade experimental: O olho humano	85
ANEXO II	88
Atividade experimental: Hipermetropia	88
ANEXO III	90
Atividade experimental: Miopia	90
ANEXO IV	92
Atividade experimental: Formação de imagem com lente cilíndrica convergente	92
ANEXO V	95
Entendendo uma receita de óculos	95
ANEXO VI	100
Atividades Finais	100

APRESENTAÇÃO

O presente projeto de objeto didático-pedagógico foi elaborado, com o propósito de contribuir no trabalho dos professores do componente curricular de Física que atuam no 2º ano do Ensino Médio, na mediação do conteúdo “*Matéria e Radiação*”, abordando conhecimentos referente ao “Espectro Eletromagnético – óptica geométrica”, o conteúdo “Luz visível e propriedades ópticas”. A intenção é trabalhar a habilidade que descreve o propósito de:

EM13CNT103 - Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, na indústria e na geração de energia elétrica. (PARANÁ, 2021, p. 417).

O estudo foi motivado pelo fato de que existe uma carência na discussão sobre os assuntos relacionados à Física e Óptica no ambiente escolar, e, quando são abordados, esses temas são trabalhados de maneira superficial. Dessa maneira, não permitindo a apropriação do conhecimento necessário para os alunos deterem o saber necessário para identificar, em si próprios, as alterações oculares, e, assim, poderem tomar medidas preventivas em relação a estes problemas.

Portanto, um problema que atrapalha grande parte do nosso trabalho de mediação, é a falta de propostas didáticas que tragam atividades exequíveis de se realizar com os alunos; encaminhamentos adequados à idade e a série, que abordem os conteúdos de forma motivadora e criativa para possibilitar a aprendizagem e o exercício da reflexão crítica.

Como sabemos, a visão é um dos sentidos que nos conecta com o mundo exterior; elemento importante no processo de aprendizagem e de interação social, um acometimento no campo visual pode levar o aluno a desenvolver déficits de aprendizagem, isolamento social, os quais podem afetar tanto sua saúde física, quanto a integridade biopsicossocial.

Compreendendo que, o processo de ensino-aprendizagem, é estabelecido aliando-se o saber científico às experiências vivenciadas, torna-se relevante oportunizar a interação do conhecimento teórico, com atividades práticas, favorecendo a construção do conhecimento adaptado a realidade social do meio em que se encontra o aluno. O ensino da Física abrange assuntos complexos e essenciais como o estudo do processo de formação da visão. Acredita-se que uma abordagem didática e dinâmica no ensino da Física, envolvendo metodologias

ativas de aprendizagem, é capaz de desenvolver posturas críticas nos educandos, aguçando o interesse na pesquisa, tornando-os agentes de mudança de seus próprios comportamentos, bem como, influenciadores do meio em que estão inseridos.

O “Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná” (PARANÁ, 2021), documento que orientará o trabalho dos professores dessa etapa da educação básica pelos próximos anos no referido estado, postula por uma aprendizagem significativa mediante o trabalho criativo do professor. No planejamento de seu trabalho, de acordo com a orientação, o docente deve buscar a utilização de diversos recursos, pois:

O professor licenciado em Física precisará aplicar metodologias que envolvam o estudante nos conteúdos, a fim de desenvolver as habilidades relacionadas diretamente com o componente, assim como as competências gerais da BNCC. Para isso, o professor pode utilizar diferentes meios, levando em conta os fatores socioeconômicos da região e do perfil dos estudantes a quem se deseja atingir. (PARANÁ, 2021, p. 405).

Assim, as intenções da proposta são de modo específico, desenvolver recursos didáticos para potencializar o entendimento dos conceitos físicos abordados sobre o funcionamento do olho humano e possibilitar aos alunos situações que lhes permitam formular e avaliar hipótese sobre um fenômeno suscetível de ser observado em laboratório, prevendo a influência de um dado parâmetro no fenômeno em estudo.

Acredita-se que ao aprofundar o estudo sobre as alterações da visão (miopia, hipermetropia, astigmatismo) o aluno possa identificar precocemente sinais de alerta e saber em que situações procurar precocemente o tratamento e/ou correção adequados, impedindo a possibilidade de cronicidade da patologia e facilitando sua correção e ou cura.

Inicialmente foram elencados objetivos da pesquisa a qual deve abranger o propósito dentro do contexto da óptica do olho humano, o tema foi definido, com o intuito de realizar buscas que contribuam para a formulação da proposta.

A estruturação da presente proposta de ensino consiste nos seguintes passos:

1. Inicialmente serão trabalhados em sala de aula os conceitos físicos da óptica geométrica, os fenômenos ópticos (reflexão, refração, difração e decomposição da luz), apresentados os temas referentes à biofísica,

anatomia e fisiologia do olho, anomalias da visão (miopia, hipermetropia, astigmatismo).

2. Serão utilizados vídeos, leitura e discussão de artigos científicos, trabalhos em grupo com explanação oral, e, também, será realizada atividade prática utilizando um simulador de olho humano.

A atividade prática para trabalhar a anatomia do olho será realizada em laboratório de ciências da natureza, e, consistirá em utilização de simulador do olho humano em material plástico, contendo estruturas para estudo individualizado das partes que compõem o globo ocular.

A interação entre teoria e prática busca fortalecer as experiências vivenciadas pelo aluno, em seu cotidiano, facilitando a assimilação dos assuntos abordados, através de metodologias ativas com participação do educando na construção do seu conhecimento.

1. BIOFÍSICA DO OLHO HUMANO

1.1 O olho humano

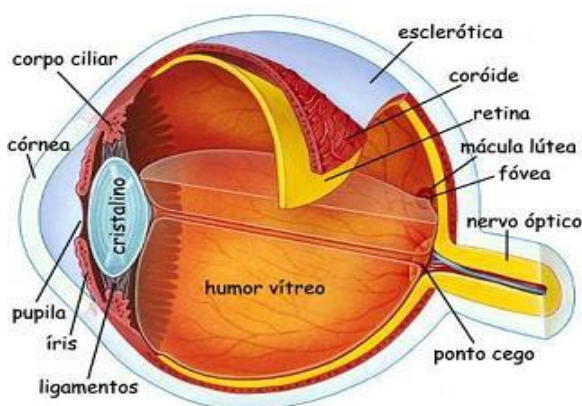
“Em termos físicos, o olho humano é um sistema ótico versátil que possui a capacidade de, em conexão com o cérebro, formar e processar imagens.” (PASSOS et al, 2008, p.07).

1.1.1 Estrutura e funcionamento do globo ocular

Quando uma pessoa olha para um objeto, raios de luz são refletidos do objeto na direção do olho. A visão humana é formada a partir de estruturas as quais compõem o globo ocular. A imagem que percebemos é formada por raios luminosos que penetram no sistema ótico do globo ocular e produzem uma imagem invertida na retina. A partir deste ponto, a imagem é transportada na forma de impulsos elétricos ao cérebro, onde é interpretada na posição real (PASSOS et.al, 2008).

Na figura 1 estão descritas as partes anatômicas do olho humano seguindo o caminho percorrido pela luz até a retina.

Figura 1: Representação esquemática do olho humano.



Fonte: <https://www.colegioweb.com.br/optica-da-visao/representacao-esquemática-do-olho.html>. Acesso em: 02 mar. 2023

O globo ocular é composto em seu revestimento por três camadas, ou túnicas, uma camada externa ou túnica fibrosa, composta pela esclera, ou

esclerótica, e pela córnea; uma camada média, túnica vascular ou úvea, constituída pela coróide, corpo ciliar e íris; e, uma camada interna ou túnica nervosa, a retina. (BAIAO, 2013)

A córnea é uma camada curva, clara e transparente que forma a parte anterior do olho humano e, é responsável por dois terços da focalização da luz na retina. A refração dos raios luminosos que incidem na córnea está relacionada à sua curvatura e a diferença entre seu nível de refração (1,33) e o do ar (1,00) (OKUNO et. al, 1982).

A íris, a parte circular que dá a cor do olho, funciona de forma semelhante ao diafragma de uma máquina fotográfica, agindo no controle da quantidade de luz que penetra no olho (PASSOS et al., 2008).

A melanina, proteína presente na pele e responsável por seu tom, está presente na íris determinando a cor dos olhos, e é transferida geneticamente sua proporção em cada pessoa. Pessoas albinas têm uma quantidade diminuída de melanina, sendo assim, a cor da íris torna-se transparente, o que dificulta o controle da luz incidente no olho (PASSOS et al., 2008).

A abertura central da íris, denominada pupila, reage à luminosidade, aumentando ou diminuindo seu tamanho. Quando a luminosidade no local for alta, a pupila diminui, controlando a quantidade de luz que entra no globo ocular, e, quando, ao contrário, a luminosidade for baixa, a pupila dilata-se aumentando seu tamanho e permitindo a entrada da maior quantidade possível de luz para facilitar a formação da imagem na retina. Desta forma, a pupila tem um diâmetro que pode variar de 2 mm (luz intensa) até 8 mm (em lugares escuros). A cor da pupila é preta porque a quase totalidade da luz que penetra no olho é absorvida no seu interior (PASSOS et al., 2008).

O controle da abertura ou fechamento da pupila é feito através de músculos antagônicos na íris que são controlados pelo cérebro a partir das informações que as células nervosas, localizadas no fundo do olho, fornecem sobre a quantidade de luz incidente. Essa propriedade do olho de se adequar à luminosidade ambiente é denominada adaptação visual (VILLAS BÔAS et. al, 2013).

O cristalino, localizado atrás da íris funciona como uma lente biconvexa ajustável, comprimida ou relaxada pelos músculos ciliares (variando assim seu raio de curvatura e, portanto, sua distância focal), que serve para focalizar o objeto sobre a retina, permitindo a formação nítida de imagens de objetos que se

encontram a diferentes distâncias, processo conhecido como acomodação (PASSOS et. al, 2008).

O humor vítreo, situado entre o cristalino e a retina, substância transparente, incolor, gelatinosa, que, sob pressão, mantém a forma esférica do olho. Seu índice de refração é semelhante ao da água (1,337) e, sua função é manter a coesão e a pressão do globo ocular (YAMAMOTO e FUKE, 2016).

A retina é uma película fina, com espessura que varia de 0,1 a 0,5 mm, que recobre quase toda a superfície interna do olho, é altamente vascularizada, e contém uma rede de nervos. É composta por células fotossensíveis que recebem o estímulo luminoso transformando-o em estímulo elétrico que é transmitido ao cérebro através do nervo óptico (OKUNO et. al, 1982).

“Há uma pequena região na retina, denominada fóvea, onde a imagem é mais nítida e mais detalhada e, por essa razão, movemos o globo ocular para que a imagem do objeto seja formada nessa região” (PASSOS et. al, 2008, p.11).

Na retina há dois tipos de células fotorreceptoras: os cones e os bastonetes. Em cada olho existem cerca de 6,5 milhões de cones, sendo estas células responsáveis pela visão detalhada onde há maior presença de luz. A maior concentração de cones está localizada na região central da retina, denominada fóvea (OKUNO et. al, 1982).

Os bastonetes, um tipo de célula fotorreceptora ausente na fóvea, apresentam alta sensibilidade, permitindo seu funcionamento em locais com intensidade luminosa reduzida. Porém os bastonetes não são capazes de distinguir as cores, e as imagens geradas por estes possuem baixa definição. (PASSOS et. al, 2008).

Sendo assim, podemos imaginar o olho humano como um sistema óptico, formado por uma dupla lente positiva: uma fixa (córnea) e outra flexível (cristalino), imersas em um fluído cristalino com índice de refração semelhante ao da água, que forma uma imagem real e invertida. Um olho que forma a imagem exatamente sobre a retina é denominado emétrepe. Quando o olho possui alguma deformação ou dificuldade de focalização, a imagem é formada fora do plano da retina. Nesses casos, o olho é considerado míope ou hipermetrópe (PASSOS et. al, 2008).

1.1.2 Campo Visual

De acordo com Passos et al. (2008, p.6) podemos definir o campo visual como sendo “a área passível de ser vista para a frente, para as laterais direita e esquerda, para cima e para baixo, quando este mantém o olho que está sendo examinado, imóvel em um ponto fixo, em uma linha reta horizontal paralela ao solo”.

1.1.3 Acuidade Visual

Acuidade visual significa o poder que o olho possui de distinguir dois objetos muito próximos, diferenciando-os como não sendo um só (OKUNO et. al, 1982). Vários fatores especificam esta acuidade, em especial, a distância entre os fotorreceptores na retina e, da precisão da refração.

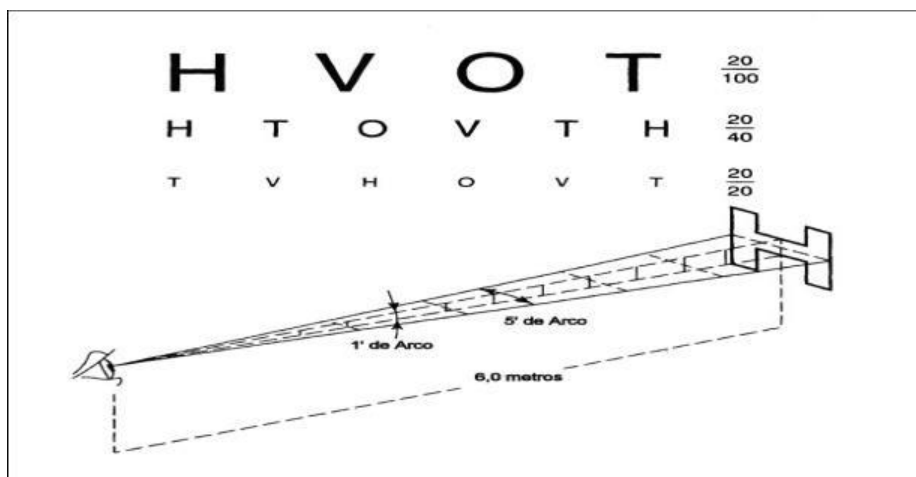
“Ela é determinada pela menor imagem retiniana percebida pelo indivíduo. Sua medida é dada pela relação entre o tamanho do menor objeto (optotipo) visualizado e a distância entre observador e objeto” (PASSOS et. al, 2008, p.12).

Uma forma prática de se medir a acuidade visual é através da carta de Snellen. Esta carta contém letras que estão dispostas em linhas e cujo tamanho vai diminuindo. A tabela está a uma distância padrão da pessoa cuja acuidade vai ser medida. Cada linha é designada por um número que corresponde à distância na qual um olho normal pode ler todas as letras da fila (PASSOS et. al, 2008).

A acuidade é representada por dois números (por exemplo, “20/40”). O primeiro número representa a distância de teste (medido em pés), no caso 20 pés (aproximadamente 6 m), entre a tabela e o paciente, e o segundo representa a fileira menor das letras que o olho do paciente pode ler (PASSOS et. al, 2008).

Segundo este método, um indivíduo tem acuidade visual normal ou 1 (ou 20/20 no jargão médico) quando situado a vinte pés (6 metros) de distância da carta de Snellen (Figura 3), 20/60 indica que o olho do paciente pode apenas ler letras suficientemente grandes numa distância de 20 pés, o que um olho normal pode ler numa distância de 60 pés (aproximadamente 18 m) (PASSOS et. al, 2008).

Figura 3: Carta de Snellen.



Fonte: PASSOS et. al. 2008, p.14.

1.1. 4 Anomalias da Visão

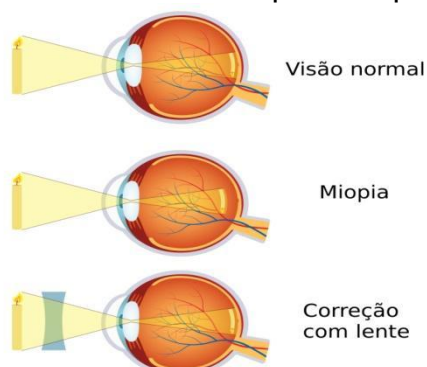
A luz direcionada para a parte interna do globo ocular e, que penetra na retina, é refratada por duas lentes existentes no olho humano, a córnea e o cristalino. Ao atingirem a retina, os raios luminosos são captados e forma-se uma imagem invertida, que é transmitida pelo nervo óptico até o cérebro, onde a imagem é interpretada na posição (PASSOS et. al, 2008).

Quando existe a dificuldade em focalizar a imagem sobre a retina, a imagem formada não é nítida. À essa condição denomina-se ametropia, também definida como erro de refração, que são classificados em quatro tipos: miopia, hipermetropia, astigmatismo e presbiopia (PASSOS et. al, 2008).

A miopia, também conhecida como “vista curta”, está relacionada com um alongamento do globo ocular, de forma que, mesmo com a lente relaxada, a imagem se forma antes da retina (GUIMARÃES et. al, 2013).

Para a correção da miopia, deve-se aumentar a distância focal do sistema, o que é conseguido associando-se ao globo ocular uma lente divergente (negativa) a qual aumenta a divergência de um feixe de raios, permitindo a focalização da imagem sobre a retina (YAMAMOTO e FUKU, 2016).

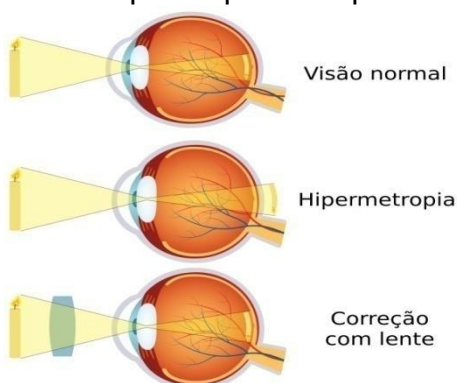
Figura 4: Uso de lente divergente para correção do erro refrativo causado pela miopia.



Fonte: <https://www.infoescola.com/visao/miopia/>. Acesso em: 02 mar. 2023

“Na hipermetropia também ocorre uma dificuldade de focalizar a imagem, mas contrariamente à miopia, a focalização se dá posteriormente à retina” (PASSOS et. al, 2008, p.14). Este defeito consiste em um encurtamento do bulbo ocular em direção anteroposterior. Na hipermetropia a dificuldade está em focalizar objetos próximos (VILLAS BÔAS et. al, 2013). A correção da hipermetropia se dá com o uso de lentes convergentes (positivas), que aumentam a convergência de um feixe de raios, permitindo a formação da imagem sobre a retina conforme podemos ver na Figura 5 (PASSOS et. al, 2008).

Figura 5: Uso de lente convergente para corrigir o erro refrativo causado pela hipermetropia.



Fonte: <https://www.infoescola.com/visao/hipermetropia/>. Acesso em: 02 mar. 2023

O astigmatismo é uma anomalia da visão decorrente da diferença de curvatura da córnea ou do cristalino em direções horizontal ou vertical, resultando em diferentes profundidades de foco que acabam distorcendo a visão, tanto de

longe quanto de perto, podendo estar associado tanto à miopia quanto à hipermetropia. e sua correção se dá com a utilização de lentes cilíndricas (YAMAMOTO e FUKU, 2016).

Na figura 6 está ilustrado um teste para avaliar a existência de astigmatismo. Para realizá-lo, primeiramente, deve-se fechar um dos olhos e olhar para a figura. Se algum dos pares de linhas se mostrarem mais escuro que os outros, você tem astigmatismo (PASSOS et. al, 2008).

Outro teste simples consiste em olhar para uma fonte de luz distante à noite (a lua, por exemplo). Se você enxergar uma forma alongada em alguma direção, ao invés de circular, você tem astigmatismo (PASSOS et. al, 2008).

Figura 6: Teste para verificar a existência de astigmatismo



Fonte: <https://marcelovilar.com.br/teste-sua-visao/>. Acesso em: 07 jul. 2022

Com o passar do tempo o cristalino vai sofrendo alterações tornando-se enrijecido, perdendo sua amplitude de flexibilidade e acomodação. É a chamada “vista cansada”. Essa condição, denominada astigmatismo, provoca dificuldade para visualizar objetos próximos. É comum em pessoas com mais de 40 anos, mesmo que nunca tenham tido nenhum problema visual anteriormente. Neste caso é preciso corrigir apenas o ponto próximo, visto que o problema está na lente e não na geometria do globo ocular, podendo ser corrigida com lentes esféricas convergentes (GUIMARÃES et. al, 2013).

Há ainda o ceratocone, que pode ser considerado um tipo de astigmatismo

mais grave. Neste caso, a córnea, que normalmente é esférica, tem sua forma modificada progressivamente para uma forma cônica, prejudicando a visão. Nesta condição a correção do astigmatismo torna-se mais difícil com o uso de óculos, ocasionando dificuldades na execução de tarefas simples como ler ou dirigir. A solução é a utilização de lentes rígidas gás permeáveis, as quais possibilitam uma superfície de refração uniforme na correção da visão (PASSOS et. al, 2008).

1.1.5 Lentes Delgadas

As lentes fazem parte de todos os instrumentos ópticos. São compostas em sua maioria por materiais como vidro, plástico ou quartzo, com exceção do cristalino que é um corpo lenticular transparente, biconvexo e constitui o sistema de refração do olho humano.

As lentes podem ser convergentes (positivas), ou divergentes (negativas). Em relação ao formato, as convergentes são mais espessas no centro do que nas bordas, e, o inverso pode ser visto nas lentes divergentes.

O eixo óptico é definido pela reta que passa pelo centro geométrico O da lente e é perpendicular a suas superfícies no ponto de intersecção.

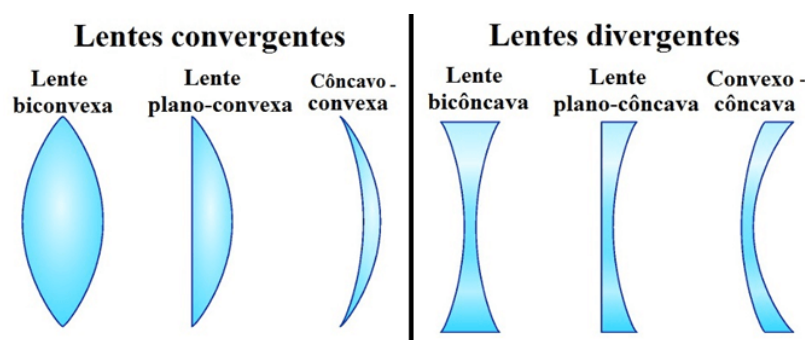
O ponto focal primário F ou simplesmente foco F é um ponto situado sobre o eixo óptico e possui a propriedade de que qualquer raio luminoso que se origina dele – lente convergente- ou se dirige para ele – lente divergente – após a refração, torna-se paralelo ao eixo óptico.

A distância do foco F à lente é chamada de distância focal f . Quando a espessura da lente é pequena comparada com as distâncias a ela associada, a lente é considerada delgada. Tais distâncias são, por exemplo, os raios de curvatura e a distância focal da lente e as distâncias do objeto e da imagem à lente.

As lentes delgadas possuem um outro foco, chamado ponto focal secundário F_1 do lado oposto ao foco F e de igual distância focal f . Esse ponto possui a propriedade de que qualquer raio incidente paralelo ao eixo óptico, após ser refratado pela lente, ou converge para ele –lente convergente- ou diverge dele

–lente divergente (OKUNO et. al, 1982).

Figura 7: Lentes Delgadas



Fonte: <https://www.gestaoeducacional.com.br/lentes-esfericas-o-que-sao/>. Acesso em: 07 jul. 2022.

1.1.6 Dioptria

“É comum as pessoas avaliarem lentes como ‘fortes’ ou ‘fracas’. Uma lente será tanto mais forte quanto maior for seu poder de alterar a trajetória da luz” (VILLAS BÔAS et. al, 2013, p.285). Entretanto, essa é uma concepção simplista, já que existe uma grandeza física que quantifica a capacidade que as lentes têm de desviar os raios luminosos.

Trata-se da vergência (V), que é definida como o inverso da distância focal (f).

$$\text{Cálculo de vergência: } V = \frac{1}{f}$$

Nas lentes convergentes (focos reais) $f > 0$ e $V > 0$

Nas lentes divergentes (focos virtuais) $f < 0$ e $V < 0$.

“Comumente conhecida como grau do óculos, a vergência de uma lente é calculada em unidade denominada dioptria, onde cada ‘grau’ equivale a uma dioptria” (VILLAS BÔAS et. al, 2013, p.285).

Para calcular o poder de refração do olho humano, utilizamos uma grandeza chamada dioptria (o vulgo “grau” dos óculos), que é representada por D , definida como o inverso da distância focal da lente, calculada em metros, que permite definir o poder dióptrico do olho humano. Lembrando que o poder de

refração de uma lente, i.e., é a capacidade desta de modificar o trajeto dos raios luminosos.

A diferença dos índices de refração e raios de curvatura da córnea, do cristalino, do humor aquoso e do humor vítreo “proporcionam ao olho humano um poder dióptrico de 60 D, sendo que 43 D provém da córnea” (PASSOS et al., 2008, p.11)

O cristalino contribui com um poder dióptrico, que dependendo do seu estado de acomodação, varia, em média, entre 17 D e 30 D, e que ao ser combinado com o poder dióptrico da córnea, dá ao olho capacidade para focalizar objetos situados a distâncias que vão de 25 cm ao infinito. Estes valores variam para cada indivíduo e até mesmo para os dois olhos de um mesmo indivíduo (PASSOS et. al, 2008).

Quadro I: Valores típicos dos raios de curvaturas, espessuras e índices de refração do olho humano.

	Raio (mm)	Espessura (mm)	Índice de refração
Córnea	+7,8/+6,4	0,6	1,376
Humor Aquoso		3,0	1,336
Cristalino	+10,1/-6,1	4,0	1,386-1,406
Humor Vítreo		16,9	1,337

Fonte: PASSOS et. al., 2008, p.12.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

De modo geral, mais da metade das crianças cegas do mundo são cegas devido a causas evitáveis. A proporção de cegueira por causas evitáveis é maior nos países em desenvolvimento do que nos países desenvolvidos. (OTTAIANO et al, 2019)

Alguns fatores ambientais como a exposição inadequada à radiação solar podem causar danos temporários, ou até mesmo irreversíveis aos olhos. Sendo sua principal função a captação da luz para formação de imagens, devemos repensar sobre os cuidados com os olhos, e dar maior atenção a este órgão, adquirindo hábitos necessários para mantê-lo saudável, evitando exposição a agentes agressores. (MUCEDOLA, 2019)

“O Brasil, com suas dimensões continentais e diferenças econômicas e culturais, exige avaliação ampla sobre o tema para o estabelecimento de programas de prevenção das causas de comprometimento visual infantil”. (BRITO e VEITZMAN, 2000, p. 52)

A prevenção de problemas relacionados à visão está intimamente aliada à informação sobre cuidados com os olhos, e a constatação precoce de que existe algum problema, para a busca de atendimento oftalmológico em tempo oportuno (Knoblauch, 2013). A falta de informação pode ocasionar maus hábitos, ocasionando danos à saúde ocular, por este motivo considera-se relevante a disseminação do conhecimento em ambiente escolar, pois o aluno enquanto sujeito social detentor de informações sobre o processo de formação de imagens, bem como dos cuidados com a saúde ocular, poderá se auto responsabilizar por desenvolver atitudes saudáveis, bem como estar alerta quanto alguma alteração visual que possa apresentar. (ZIN, 2022)

Diante do contexto exposto, o objetivo do presente trabalho é o de incentivar ações no ambiente escolar que instiguem o aluno a refletir sobre a importância dos cuidados com a saúde ocular, “buscando subsídios que fortaleçam o conhecimento científico no estudo da óptica geométrica contribuindo desta forma para uma aprendizagem consistente e prazerosa do Ensino da Física.” (KNOBLAUCH, 2013, p.5)

3. ESTRUTURAÇÃO DIDÁTICO-METODOLÓGICA

Para trabalhar todos os conteúdos elencados a proposta foi a de utilizar aulas teóricas e experimentais, divididas em 06 (seis) aulas, baseadas nas observações de fenômenos físicos e na sociointeração dos educandos tornando-os responsáveis e participativos pela própria aprendizagem e formação. Os temas desenvolvidos nesta sequência didática serão: o olho humano; anomalias da visão; e dioptrias.

As propostas de aulas foram distribuídas da seguinte maneira:

Aula 01: Ao iniciar o trabalho o professor fará a sensibilização dos alunos sobre o tema, utilizando escritas em braile para a transcrição. Após os alunos irão assistir um vídeo sobre o olho humano e montarão um “quebra-cabeça” com o modelo de olho, durante esse tempo será fomentado a discussão, o debate e a interação do professor com os alunos e entre os alunos para avançar coletivamente nas reflexões e nos conhecimentos da função de cada parte constituinte do olho humano. Para finalizar, o professor faz uma breve explicação sobre o ponto próximo e o ponto remoto.

Aula 2: O tema da aula será o olho humano, inicia-se a aula pedindo para que cada aluno com o auxílio de um espelho observe as características do seu olho, após será apresentado um vídeo sobre a anatomia do olho em 3D e na sequência os alunos farão uma atividade experimental simulando o olho emétrepe. Com essa contribuição espera-se que o aluno compreenda o funcionamento do olho humano.

Aula 3: Nesta aula terá como início do estudo das anomalias de visão e será trabalhado a hipermetropia. Inicia-se com um vídeo para a melhor compreensão sobre a diferença entre as profissões de ópticos, oftalmologistas e optometristas e dando sequência os alunos serão divididos em grupos e farão uma atividade experimental simulando o defeito de visão da hipermetropia e suas possibilidades de correção.

Aula 4: Ao iniciar a aula o professor levará aos alunos diferentes tipos de lentes de óculos e lentes de contato (rígidas e gelatinosas) oportunizando aos alunos observarem e identificarem a diferença entre os tipos de lentes corretivas. Após, será apresentado um vídeo mostrando como os míopes, hipermetropes e astigmáticos enxergam. Finalizando a aula será proposto uma atividade experimental simulando o defeito de visão da miopia.

Aula 5: A aula terá seu início com um teste que o professor realizará com os

alunos para diagnosticar possíveis alunos com algum grau de astigmatismo. Após, os alunos realizarão uma atividade experimental para compreender o funcionamento de uma lente cilíndrica. A atividade experimental será conduzida por um roteiro para dar autonomia aos alunos na resolução de problemas. Ao final da aula os alunos farão uma pesquisa sobre a causa do astigmatismo e o professor fomentará a discussão entre pares e com o professor para uma melhor compreensão do assunto.

Aula 6: A aula tem como título: Qual o meu grau? Saiba como interpretar a receita de um oftalmologista. Para iniciar a professora fará uma explanação utilizando o recurso de data show explicando como interpretar a receita de um oftalmologista e na sequência os alunos farão uma atividade utilizando a técnica de rotação por estações onde terá diferentes situações problemas e os grupos deverão fazer a atividade proposta em cada estação.

Aula 01

Tema de aula: O olho humano e a óptica da visão

Objetivos Específicos:

- Identificar as partes constituintes do olho humano;
- Descrever o funcionamento do olho humano;
- Caracterizar a propagação retilínea da luz em um meio homogêneo.

Sugestão Metodológica

Essa aula será tomada como ponto de partida e considerando que os alunos já estudaram e adquiriram conhecimentos prévios sobre a óptica geométrica, a qual estuda a propagação e o comportamento da luz em diferentes meios e a óptica física que se responsabiliza pelo estudo do comportamento ondulatório da luz.

Para iniciar a aula o professor pode perguntar aos alunos quantos deles fazem uso de óculos ou lentes de contato, e se eles conhecem qual é o defeito de visão que justifica o uso da lente corretiva.

Com o intuito de sensibilizar os alunos sobre esse tema, o professor levará materiais escritos em braile, os quais constarão frases com orientações gerais para o relacionamento com pessoas cegas.

Os alunos serão organizados em grupos e cada grupo receberá um trecho do texto e um alfabeto em braile para a transcrição. Será atribuído um tempo para que os alunos tentem fazer essa transcrição, não há problema caso eles não consigam. O professor pode discutir com os alunos se eles conseguiram ou não fazer a transcrição, concluindo que todos nós possuímos nossas limitações, além de podermos fazê-los refletir sobre a necessidade dos outros sentidos. Após o professor poderá fazer a leitura dessas orientações. Essa proposta é simples e tem por objetivo, estimular os alunos para a introdução desse importante assunto.

Dando continuidade à aula, será apresentado aos alunos um vídeo que explica o funcionamento do olho humano (Olho Humano a Super Máquina), o vídeo mostra a estrutura do olho humano. (página da web disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=IDgPSd2OjJ>>).

Após o vídeo, o professor irá distribuir nos grupos o modelo do olho humano (modelo impresso em 3D com peças que representam a constituição do olho humano), os alunos serão desafiados a montar o “quebra-cabeça” exercitando assim sua memória visual, para auxiliá-los pode-se deixar na sala um banner que demonstra a imagem do olho humano e suas partes constituintes.

Durante a montagem do olho humano, pode-se discutir com os alunos sobre qual o menor objeto que o olho humano é capaz de observar, oportunizando que cada aluno expresse seus conhecimentos, suas dúvidas e suas experiências, promovendo a participação e enriquecendo a aprendizagem dos mesmos.

Para enfatizar essa questão pode-se pedir para que os alunos olhem para dois fios de cabelos bem próximos, ele vai parecer apenas um fio, pode-se explicar para os alunos que isso acontece porque nosso olho não consegue diferenciar dois objetos tão pequenos e o cérebro processa a imagem como uma só.

Para finalizar a aula faz-se uma breve explicação falando sobre as principais partes constituintes do olho: quais são, como funcionam e também sobre o ponto remoto (PR) e o ponto próximo (PP).

Aula 02

Tema de aula: O olho humano

Objetivos Específicos:

- Identificar as partes constituintes do olho humano;
- Descrever o funcionamento do olho humano;
- Caracterizar a propagação retilínea da luz em um meio homogêneo.
- Observar a imagem formada pelas lentes;
-

Sugestão Metodológica

Para iniciarmos a aula será entregue espelhos para que os alunos observem os seus olhos, suas características: cor, formato etc.

Depois que cada aluno se observou diante do espelho e com objetivo de melhorar a compreensão sobre a anatomia do olho humano o professor irá iniciar com um vídeo – A Anatomia do Olho em 3D (página da web disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Jrc6UyRTAdE&t=22>>).

Após o vídeo, com o apoio de um roteiro (Anexo I) os alunos irão desenvolver uma atividade experimental que utiliza um simulador do olho humano, que tem como componentes principais uma fonte de luz, uma lente convergente e um anteparo, no qual irá se formar a imagem como na retina do nosso olho, de forma invertida.

No momento em que os alunos estão manuseando a atividade experimental, o professor pode fazer algumas interferências explicando sobre o funcionamento do olho humano, do seu cristalino que é uma lente convergente diferenciada, por possuir um raio de curvatura variável e como é um olho saudável opticamente (emétrope). A introdução dos significados científicos deve ser construída com o aluno, essa introdução é lenta e deve ser feita, conforme os conceitos forem discutidos e aprendidos pelo aluno através da atividade experimental.

A compreensão dos educandos durante essa aula pode ser avaliada através das respostas dadas em cada questionamento do roteiro da atividade experimental.

Aula 03

Tema de aula: As anomalias do olho humano – Hipermetropia

Objetivos específicos:

- Reconhecer o defeito de visão hipermetropia;
- Relacionar o funcionamento do cristalino como o de uma lente;
- Caracterizar os problemas de visão;
- Caracterizar a lente que corrige o problema de visão;

Sugestão Metodológica

Ao iniciarmos essa aula será apresentado um vídeo para uma melhor compreensão da diferença entre as profissões de ópticos, oftalmologistas e optometrista (página da web disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=reKtOv-4Edg>>).

Ao término do vídeo, o professor pode separar os alunos em grupos de 05 alunos para iniciar o estudo do defeito de visão da hipermetropia, propõe-se a realização de uma atividade prática, consistindo na utilização do simulador do olho humano.

Com a utilização de um roteiro (Anexo II), deverão realizar a atividade para simular o defeito de visão da hipermetropia, que tem como causa um encurtamento do globo ocular ou uma baixa vergência do cristalino.

A averiguação da aprendizagem nessa aula será durante o desenvolvimento da atividade experimental, pelas respostas dadas ao questionário e também pela interação com o grupo.

Aula 04

Tema de aula: As anomalias do olho humano- Miopia

Objetivos específicos:

- Reconhecer o defeito de visão miopia;
- Relacionar o funcionamento do cristalino como o de uma lente;
- Caracterizar a lente que corrige o problema de visão;

Sugestão metodológica

O professor pode iniciar essa aula levando aos alunos diferentes tipos de lentes de óculos e lentes de contato para que eles conheçam e aprendam a diferença entre as lentes de óculos para os diferentes defeitos de visão. Essas lentes podem ser doadas pelas ópticas da região.

Dando continuidade o professor pode apresentar aos alunos vídeos do perfil *drbrunolandgren* da rede social *Tik Tok* de como uma pessoa portadora de miopia, hipermetropia ou astigmatismos enxerga.

Na etapa seguinte da aula, o professor deverá orientar os alunos que façam grupos para a realização de uma atividade experimental sobre miopia, essa atividade terá como objetivo simular o defeito de visão da miopia, que tem como causa o alongamento do globo ocular e para esse experimento será utilizado o simulador do olho humano e o roteiro de atividade experimental (anexo III).

A avaliação dessa aula pode ser através das respostas dadas no roteiro de atividade experimental e também pela interação dos alunos durante a atividade proposta.

Aula 05

Tema de aula: As anomalias de visão- Astigmatismo

Objetivos específicos

- Relacionar o defeito de visão de astigmatismo com a lente cilíndrica;
- Entender o funcionamento de uma lente cilíndrica

Sugestão metodológica

Para iniciar a aula, o professor pode fazer um teste com os alunos para diagnosticar algum grau de astigmatismo, o mesmo pode ser encontrado na página <https://medicosdeolhos.com.br/astigmatismo-tudo-o-que-voce-precisa-saber-com-dr-ieferson-druszcz/>. Lembrando que para a realização do teste os alunos devem estar sem óculos e aproximadamente 1 metro de distância da tela e que o mesmo não substitui uma consulta ao oftalmologista.

Dando sequência na aula os alunos realizarão uma atividade experimental para compreender o funcionamento de uma lente cilíndrica. Para realizarem a atividade a turma será dividida em grupos e para dar condições para que os mesmos conduzam e resolvam situações-problemas sem ter todo o processo dirigido pelo professor, todos os grupos receberão um roteiro de atividade experimental (Anexo IV). Ao final desse roteiro sugere-se que os alunos façam uma pesquisa sobre a causa do astigmatismo, é importante que o professor fomente a discussão e que ocorra interações entre professor e alunos para uma melhor compreensão desse defeito de visão.

As respostas obtidas no roteiro de atividade experimental podem contribuir na averiguação de aprendizagem dos alunos.

Aula 06

Qual é o meu grau? Saiba interpretar a receita dos seus óculos.

Objetivos específicos

- Interpretar uma receita de oftalmologista;
- Relacionar a indicação da lente prescrita com o referido defeito de visão;

Sugestão metodológica

No início da aula o professor fará uma explicação com a utilização de data show (Anexo V) de como interpretar uma receita de oftalmologista.

Após os alunos serão divididos em grupos (05 alunos) e farão uma atividade “mão na massa” para averiguação e apropriação do conhecimento.

A técnica que será utilizada é a rotação por estações, o professor irá criar vários ambientes diferentes, para proporcionar tarefas diferentes para cada grupo (Anexo VI). Em cada ambiente terá uma receita de oftalmologista com os mais variados defeitos de visão. Cada grupo terá um tempo de 5 min em cada estação para resolver a atividade proposta.

Para fechamento da aula, um aluno de cada grupo fará uma explanação sobre a atividade desenvolvida em cada estação, essa explanação também servirá como uma averiguação de aprendizagem dos alunos.

4 MODELO FÍSICO DO OLHO HUMANO

Para a construção do modelo do olho humano são utilizados os seguintes materiais (Figura 8):

- Embalagem de detergente líquido 3l (Figura 8(a));
- Tinta spray preto fosco (Figura 8(b));
- Cola quente (Figura 8(c));
- Parafuso (Figura 8(d));
- Porca de parafuso (Figura 8(e));
- Régua metálica (Figura 8(f));
- Lente convergente de vergência 12 di (Figura 8(g));
- Anteparo de pvc (Figura 8(h)).

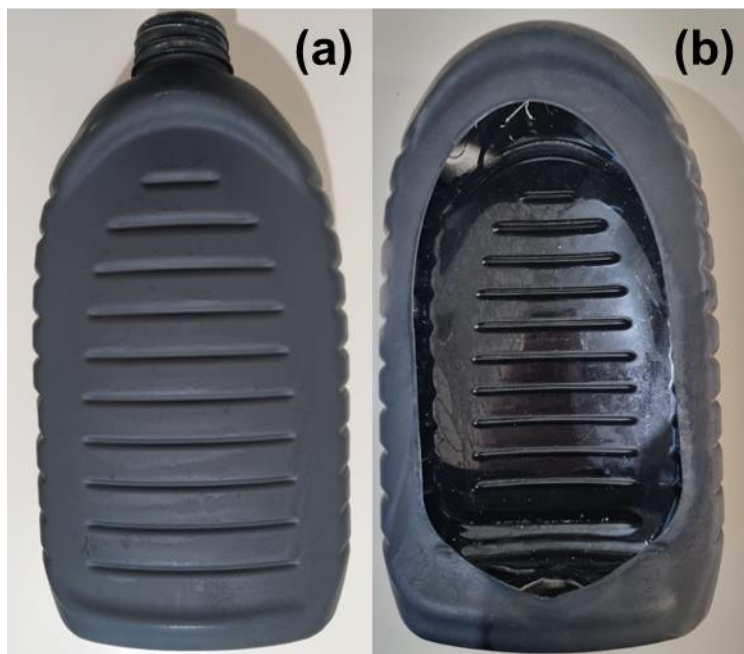
Figura 8 – Materiais para montagem do simulador do olho humano



Fonte: A autora

Para a montagem do equipamento primeiramente deve ser feita a pintura da embalagem de detergente com a tinta spray preto fosco (Figura 9(a)). Após deve ser realizado um recorte na parte superior e anterior da embalagem, esse recorte foi feito a laser (Figura 9(b)).

Figura 9 – Material para montagem do globo ocular



Fonte: A autora

Na etapa seguinte foi feito um furo na parte de trás para a colocação da porca de parafuso e do parafuso. Essa porca deve ser fixada, utilizando cola quente para isso (Figura 10).

Figura 10 – Esquema de fixação para posicionamento da imagem na retina



Fonte: A autora

O anteparo de pvc deve ser fixado na ponta do parafuso, pode-se utilizar uma porca de parafuso para melhor fixação (Figura 11).

Figura 11 – Anteparo que simulador da retina



Fonte: A autora

Na parte da frente do descartável será colada a lente convergente de 12 di (Figura 12).

Figura 12 – Lente convergente que simula o cristalino



Fonte: A autora

O simulador do olho está pronto (Figura 13), agora é importante fazer medidas para marcação da localização do anteparo onde será simulado o olho normal, a miopia e a hipermetropia, lembrando que a fonte de luz deverá ficar fixa 25 cm da lente (Ponto Próximo).

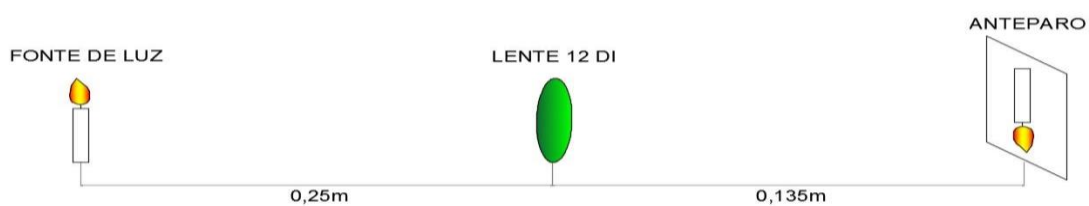
Figura 12 - Simulador físico do olho humano



Fonte: A autora

Na Figura 13 temos um esquema de representação da formação da imagem obtido a a partir do simulador.

Figura 13 - Esquema gráfico de uso do simulador para olho normal.



Fonte: A autora

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A existência de barreiras no acesso aos serviços, incluindo a falta de consciência, distância, custo, medo e outras demandas por recursos escassos no seio da família pode ser superada quando são abordados em ambiente escolar a conscientização sobre o processo de formação de imagem, conceitos de visão normal e alterações ou mesmo doenças oftalmológicas.

Acreditamos que quando o aluno é instruído sobre o que é normal e os hábitos saudáveis para manter uma boa condição de saúde ocular, mesmo os aspectos sociais e econômicos podem ser superados.

O conhecimento objetiva despertar nos alunos precocemente o interesse por manter-se saudável, e principalmente estar alerta caso exista alguma alteração visual, permitindo o reconhecimento precoce dos fatores que podem levar às afecções que se diagnosticadas à longo prazo, podem ser até mesmo irreversíveis.

Sendo assim, demonstramos que estamos avançando junto ao que buscamos que é a importância de o professor de Física reconhecer a relevância social deste assunto e utilizar-se de métodos didáticos que atendam às necessidades de aprendizagem de seus alunos, empoderando-os como agentes de transformação de sua realidade e do meio em que estão inseridos.

O presente produto surge como uma perspectiva de inovação das aulas sobre ótica da visão, sendo sua execução de fácil aplicação e construção do modelo de olho humano, pode ser implementado em sala de aula independente dos recursos disponíveis, tendo em vista que os materiais utilizados são simples de ser encontrados. A metodologia utilizada permite o envolvimento do aluno em todas as etapas, despertando sua responsabilidade e criatividade, fundamentais para o processo de ensino-aprendizagem efetivo..

REFERÊNCIAS

BAIÃO, Andre Francês. Simulador Óptico **Dinâmico do Olho Humano**. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Biomédica. Faculdade de Ciências e Tecnologia: Universidade Nova de Lisboa.106p, 2013.

BRITO, Patricia Ribeiro; VEITZMAN, Sílvia. Causas de Cegueira e baixa visão em crianças. **Arq. Bras. Oftal**, v. 63, n.1, 2000. Página da web disponível em:<<https://www.scielo.br/j/abo/a/YJDcDGfW6PwkZfzrpfRgdyN/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em 04 nov. 2022.

GUIMARAES, Osvaldo; PIQUEIRA, Jose Roberto; CARRON, Wilson. **Física: Ensino Médio**. 1 ed. Ática. São Paulo, 2013.

KNOBLAUCH, Nilda Von. **Olho humano: a janela de entrada para o estudo da óptica**. Cadernos PDE, v. 1, 2013. Página da web disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_uem_fis_artigo_nilda_von_knoblauch.pdf. Acesso em 30 outubro de 2020.

MUCEDOLA, Patricia. **As condições de saúde ocular no Brasil**. Conselho Brasileiro de Oftalmologia.1ed, São Paulo, 2019.

OKUNO, Emico. CALDAS, Iberê Luiz, CECIL, Chow. **Física para ciências biológicas e biomédicas**. Harper & Row do Brasil. São Paulo, 1982.

OTTAIANO, José Augusto Alves; ÁVILA, Marcos Pereira de; UMBELINO, Cristiano Caixeta; TALEB, Alexandre Chater. **As condições de saúde ocular no Brasil**. 1 ed. São Paulo, 2019. Página da web disponível em: <https://www.cbo.com.br/novo/publicacoes/condicoes_saude_ocular_brasil2019.pdf>

PARANÁ, **Referencial curricular para o ensino médio do Paraná** / Secretaria de Estado da Educação e do Esporte. Curitiba : SEED/PR., 2021.

PASSOS, Erinaldo Costa.; NETO, A. V. de A. LEMAIRE, Thierry. **Comportamento ótico do olho humano e suas ametropias**. Caderno de Física da UEFS, v. 1-2, n. 06, 2008, p. 7-18.

VILLAS BÔAS, Newton; DOCA, Ricardo HELOU; BISCUOLA, Valter José. **Física 2**. 2ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. **Física para o Ensino Médio: Termologia e óptica ondulatória**. 4 ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

ZIN, Andrea. **Desafios para garantir a saúde visual infantil no Brasil**. Rev. Universo Visual. Página da web disponível em: <https://universovisual.com.br/secaodesktop/artigos/1085/desafios-para-garantir-a-saude-visual-infantil-no-brasil>. Acesso em: 10 jun 2022.

BIBLIOGRAFIA

FERNANDES, Mariana Abreu. **As implicações de problemas visuais no processo de aprendizagem escolar de crianças**. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Optometria Ciências da Visão. Covilhã, 2013

ANEXO I

Atividade experimental: O olho humano

Colégio: _____

Professora: _____

Aluno (a): _____ Turma: _____

Objetivos

- Verificar como é formada a imagem no olho humano;
- Calcular a vergência de uma lente;
- Determinar o aumento linear transversal.

Material utilizado

- Simulador de olho humano;
- Fonte luminosa;

Esperimento

No intuito de simularmos a formação de imagem no olho humano vocês estão recebendo o simulador do olho humano, fonte luminosa, o desafio agora é conseguirmos obter a imagem da fonte luminosa de forma nítida no anteparo.

Descreva aqui como você procedeu para conseguir atingir o desafio.

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

- Compreendendo a imagem e fazendo medidas

Construa uma representação esquemática do experimento e realize as medidas da distância entre a fonte até o centro da lente e do centro desta até a imagem focalizada no anteparo. As medidas obtidas devem estar representadas no esquema.

- Determinando a distância focal

Agora utilizando a equação de Gauss e de posse do resultado destas medidas, determine a distância focal das lentes utilizadas.

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

Lembre-se:

f – é a distância focal da lente, p – é a distância do objeto à lente e p' – é a distância da imagem à lente esférica.

- Calculando a vergência da lente

Chamamos vergência da lente (V) a unidade caracterizada como o inverso

da distância focal, ou seja:

$$V = \frac{1}{F}$$

a) Determine a vergência da lente utilizada:

b) No sistema internacional de unidades qual a unidade de medida de vergência?

- Aumento Linear transversal

Denominamos de aumento linear ou simplesmente amplificação o quociente entre a imagem (i) e o objeto (o).

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

a) Determine a amplificação:

b) Como podemos explicar o sinal negativo da equação de aumento linear transversal?

ANEXO II**Atividade experimental: Hipermetropia**

Colégio: _____

Professora: _____

Aluno(a): _____ Turma: _____

Objetivos

- Reconhecer o problema da visão da hipermetropia;
- Caracterizar a lente que corrige o problema de visão da hipermetropia;
- Calcular a vergência de uma associação de lentes;

Material utilizado

- Simulador do olho humano;
- Fonte de luz;

Experimento

Agora que você já conseguiu verificar como é formada a imagem no olho humano, vamos entender o defeito de visão da hipermetropia:

Relembrando que a hipermetropia é um defeito de visão que consiste em um encurtamento do globo ocular ou em uma fraca vergência do cristalino, nesse caso vamos simular o encurtamento do globo ocular.

Vamos diminuir o comprimento do “globo ocular” aproximando o anteparo da lente, busque uma solução experimentalmente para que a imagem projetada sobre o anteparo seja nítida. Lembrando que alguns defeitos de visão podem ser corrigidos com a utilização de lentes corretivas.

a) Qual foi a solução encontrada?

b) Sabendo da vergência do “cristalino” do simulador realize as medidas necessárias para determinar a distância focal, a vergência e a amplificação da lente corretiva.

Observação:

Lembre-se que para calcular a distância focal, a vergência e amplificação utilizamos as seguintes fórmulas:

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

$$V = \frac{1}{F}$$

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

ANEXO III
Atividade experimental: Miopia

Colégio: _____

Professora: _____

Aluno(a): _____ Turma: _____

Objetivos

- Reconhecer o problema da visão da miopia;
- Caracterizar a lente que corrige o problema de visão da miopia;
- Calcular a vergência de uma associação de lentes;

Material utilizado

- Simulador do olho humano;
- Fonte de luz;

Experimento

Agora que você já conseguiu verificar como é formada a imagem no olho humano e qual é a causa do defeito de visão da hipermetropia vamos entender o defeito de visão da miopia:

Relembrando que a miopia é um defeito de visão que consiste em um alongamento do globo ocular ou em uma alta vergência do cristalino, nesse caso vamos simular o alongamento do globo ocular.

Vamos aumentar o comprimento do “globo ocular” aproximando o anteparo da lente, busque uma solução experimentalmente para que a imagem projetada sobre o anteparo seja nítida. Lembrando que alguns defeitos de visão podem ser corrigidos com a utilização de lentes corretivas.

a) Qual foi a solução encontrada?

b) Sabendo da vergência do “cristalino” do simulador realize as medidas necessárias para determinar a distância focal, a vergência e a amplificação da lente corretiva.

Observação:

Lembre-se que para calcular a distância focal, a vergência e amplificação utilizamos as seguintes fórmulas:

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

$$V = \frac{1}{F}$$

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

ANEXO IV**Atividade experimental: Formação de imagem com lente cilíndrica convergente**

Colégio: _____

Professora: _____

Aluno(a): _____ Turma: _____

Objetivos

- Entender o funcionamento de uma lente cilíndrica
- Relacionar o defeito de visão de astigmatismo com a lente cilíndrica;

Material utilizado

- 1 copo de vidro transparente no formato cilíndrico;
- Água;
- Um papel contendo algum desenho (Sugestão: Pode ser duas setas, uma na vertical e outra na horizontal);

Experimento

Esse experimento é relativamente simples e você deve seguir os passos e fazer as observações.

1º Passo:

Você deve pegar o seu desenho e colocar atrás do copo ainda vazio e fazer suas observações.

a. Você observou alguma alteração na imagem?

2º Passo

Encha o copo com a água e coloque novamente o objeto atrás do copo, posicione a imagem a uma certa distância do copo para que consiga fazer as observações.

b. O que você observou? Houve alteração na imagem?

c. Qual a diferença entre a primeira situação e a segunda?

3º Passo

Vamos repetir o procedimento do passo 2, porém, vamos alterar a imagem, em um papel escreva a palavra CASA. Posicione a figura a uma certa distância do copo para que consiga fazer as observações.

d. Qual a explicação física para tal situação?

e. Elabore uma hipótese para justificar por que a letra A manteve o formato:

f. Qual a relação das lentes cilíndricas com o defeito de visão de astigmatismo?

Você pode fazer uma pesquisa para encontrar essa resposta.

g. Pesquise e discuta com seus colegas e professor a causa do astigmatismo.

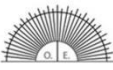
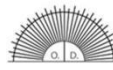
ANEXO V

Entendendo uma receita de óculos

ENTENDENDO UMA RECEITA DE ÓCULOS

Francieli Jaqueline Noll Della Vechia

MODELO

		RECEITA DE ÓCULOS			
		 			
		ESFÉRICO	CILÍNDRICO	EIXO	DP
LONGE	OD				
	OE				
PERTO	OD				
	OE				

Significado dos sinais negativo e positivo

Miopia: Sinal Negativo (-)

Hipermetropia: Sinal Positivo (+)

Astigmatismo: coluna cilíndrico e eixo devem estar preenchidas;

Presbiopia: Coluna para perto (adição);

Reconhecendo as principais siglas:

OE: Olho Esquerdo

OD: Olho Direito

ESF: Esférico

CIL: Cilíndrico

DNP: Distância Naso Pupilar

DP: Distância Pupilar

AD: Adição

AV: Acuidade Visual

VL: Visão de Longe

VP: Visão de Perto

EXEMPLO I

Considere uma lente convergente de distância focal

25cm = 0,25m.

$$V = \frac{1}{f} = \frac{1}{+0,25} = +4\text{di}$$

Neste caso, é possível dizer que a lente tem vergência de +4di ou que ela tem *convergência* de 4di.

Um **dioptria** equivale ao inverso de um metro, ou seja:

$$1 \text{ di} = 1 \text{ m}^{-1}$$

Uma unidade equivalente a dioptria, muito conhecida por quem usa óculos, é o "Grau".

$$1 \text{ di} = 1 \text{ grau}$$

Quando a lente é **convergente** usa-se distância focal positiva ($f > 0$) e para uma lente **divergente** se usa distância focal negativa ($f < 0$).

VERGÊNCIA

Dada uma lente esférica em determinado meio, chamamos vergência da lente (**V**) a unidade caracterizada como o inverso da distância focal, ou seja:

$$V = \frac{1}{f}$$

A unidade utilizada para caracterizar a vergência no Sistema Internacional de Medidas é a **dioptria**, simbolizado por **di**.

PRESBIOPIA

RECEITUÁRIO			
NOME: JOSÉ DE ARIMATEIA			
LONGE			
	ESFÉRICO	CILÍNDRICO	EIXO
OD	+1,25	-0,50	180
OE	+1,25	-0,75	180
ADIÇÃO			
OD	1,75		
OE	1,75		
OBSERVAÇÃO: MEDIR DNP COM PUPILOMETRO		DATA: 03/07/2012	

ASTIGMATISMO

RECEITUÁRIO			
NOME: GERSON BATALHA			
LONGE			
	ESFÉRICO	CILÍNDRICO	EIXO
OD		-5,00	90
OE		-1,00	90
ADIÇÃO			
OD			
OE			
OBSERVAÇÃO: MEDIR DNP COM PUPILOMETRO		DATA: 10/07/2012	

HIPERMETROPIA

RECEITUÁRIO			
NOME: JORGE BARRA			
LONGE			
	ESFÉRICO	CILÍNDRICO	EIXO
OD	+4,75		
OE	+1,00		
PERTO			
	ESFÉRICO	CILÍNDRICO	EIXO
OD			
OE			
OBSERVAÇÃO: MEDIR DNP COM PUPILOMETRO		DATA: 03/07/2012	

MIOPIA

Miopia

Exemplo de prescrição para uma pessoa com miopia:

LONGE			
	ESFÉRICO	CILINDRO	EIXO
OD	-4,00		
OE	-2,50		
PERTO			
	ESFÉRICO	CILINDRO	EIXO
OD			
OE			
		ADIÇÃO	

EXEMPLO 2

Considere uma lente divergente de distância focal

50cm = 0,5m.

$$V = \frac{1}{f} = \frac{1}{-0,5} = -2\text{di}$$

Neste caso, é possível dizer que a lente tem vergência de -2di ou que ela tem *divergência* de 2di.

ANEXO VI
Atividades Finais

GRUPO 01:

José fez exame de vista e o médico oftalmologista preencheu a receita abaixo:

	OLHO	ESFÉRICA	CILÍNDRICA	EIXO
PARA LONGE	OD	-0,50	-2,00	140°
	OE	-0,75		
PARA PERTO	OD	2,00	-2,00	140°
	OE	1,00		

Pela receita, conclui-se que José possui dificuldades de visão, vamos tentar defini-las:

O.D. _____ :

O.E.:

GRUPO 02

Lara é uma aluna peculiar. Entusiasmada com suas aulas de óptica da visão, ela observou na receita médica prescrita por seu oftalmologista.

	OLHO	ESFÉRICA	CILÍNDRICA	EIXO
PARA LONGE	OD	-0,50	-2,00	140°
	OE	-0,75		
PARA PERTO	OD	2,00	-2,00	140°
	OE	1,00		

Lembrando dos conceitos aprendidos em sala de aula, Lara concluiu que:

- a) Ela é portadora de hipermetropia, com visão nítida de objetos distantes acima de 2m de seu globo ocular.
- b) Ela é portadora de astigmatismo, com visão distinta entre 25cm e 2 m.
- c) Ela possui miopia, não conseguindo enxergar com nitidez objetos a uma distância superior a 0,5m. d) ela possui miopia, não conseguindo enxergar nitidamente objetos a distância maior que 2m.
- e) Ela possui hipermetropia, com intervalo de visão distinta entre 0,5m e 2m

GRUPO 03

Ao receber a receita de um óculos, um paciente jovem leu a seguinte informação:

OD: - 1,0 di

OE: + 1,5 di

Marque a alternativa correta a respeito das informações dadas na receita.

- a) ☐ No olho direito (OD), o paciente tem hipermetropia, por isso, deve utilizar lentes cilíndricas.
- b) ☐ No olho esquerdo (OE), o paciente tem hipermetropia, por isso, deve utilizar uma lente convergente.
- c) ☐ No olho direito (OD), o paciente tem estrabismo, por isso, deve utilizar uma lente com vergência negativa.
- d) ☐ O símbolo “di” significa dioptria e determina o tamanho do foco da lente.
- e) ☐ No olho esquerdo (OE), o paciente tem presbiopia, por isso, deve utilizar uma lente esférica.