

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Rafael Yuri Yamamoto

**A interdisciplinaridade e o ensino de física:
Estudo de caso na Óptica**

Taubaté - SP

2019

Rafael Yuri Yamamoto

**A interdisciplinaridade e o ensino de física:
Estudo de caso na Óptica**

Trabalho de Graduação apresentado para
obtenção do Certificado de Graduação
pelo Curso de Licenciatura em Física do
Departamento de Informática, Matemática
e Física da Universidade de Taubaté.
Orientadora: Prof. Ma. Amanda Romão de
Paiva

Taubaté - SP

2019

Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBi / UNITAU
Biblioteca Setorial de Matemática e Física

Y19i Yamamoto, Rafael Yuri
A interdisciplinaridade e o ensino de física: um estudo de caso na
óptica / Rafael Yuri Yamamoto. - 2019.
49f. : il.

Monografia (graduação) - Universidade de Taubaté, Departamento de
Matemática e Física, 2019.
Orientação: Profa. Ma. Amanda Romão de Paiva, Instituto Básico de
Exatas.

1. Interdisciplinaridade. 2. Ensino de física. 3. Física óptica.
I. Universidade Taubaté. II. Título.

CDD 535.2

Rafael Yuri Yamamoto

**A interdisciplinaridade e o ensino de física:
Estudo de caso na Óptica**

Trabalho de Graduação apresentado para obtenção do Certificado de Graduação pelo Curso de Licenciatura em Física do Departamento de Informática, Matemática e Física da Universidade de Taubaté. Orientadora: Prof. Ma. Amanda Romão de Paiva

Data: 26/11/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ma. Amanda Romão de Paiva – Universidade de Taubaté

Prof. Dr. Ruy Morgado de Castro – Universidade de Taubaté

Prof. Me. Willian José Ferreira – Universidade de Taubaté

A todas as pessoas que de alguma forma colaboram á elaboração e produção deste trabalho.

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, a todos envolvidos que de alguma forma colaboraram para a elaboração e produção deste trabalho.

À minha orientadora, Professora Mestra Amanda Romão de Paiva, pelo envolvimento pelo assunto, pela paciência, e pelas ideias que inspiraram e conduziram esse trabalho.

Ao meu Professor Dr. Ruy Morgado de Castro, pela oportunidade do ingresso na Iniciação científica, colaborando com um entendimento mais profundo sobre a Óptica, e pelos conselhos durante todo o desenvolvimento do trabalho.

Ao Professor Mestre Luiz Alberto Maurício, pelo incentivo e sabedoria que convergiu em boas expectativas para este trabalho.

Ao Professor Mestre Willian José Ferreira, pela destreza que elucidaram as aulas de Física Óptica, resultando na escolha do assunto que é objeto de estudo deste trabalho.

À Professora Izilda, pela disponibilidade em planejar a aplicação da aula, pelo apoio e comprometimento com o trabalho de graduação.

À gestão da escola Amália Garcia Ribeiro Patto, que forneceu o espaço para o desenvolvimento da aplicação da aula, e aos seus alunos pela colaboração com esse trabalho em todo período em que estive na escola.

Aos colegas do Curso de Física do 6º semestre de 2019, e todos os membros que já passaram pelo projeto “Física mais que divertido”, pelos momentos enriquecedores, frustrações, e pela colaboração durante os momentos difíceis.

Ao Marcelo da ótica Styllus, a minha Irmã Michelle e o Professor Rodney, que contribuíram pelo esclarecimento de dúvida sobre alguns assuntos específicos da aula.

À todos os Professores, que me acompanharam durante toda a minha vida acadêmica, e que de alguma forma, me ajudaram a trilhar a esse caminho.

Aos meus pais. Irmãos, pelos conselhos, orientações, apoio e auxílio financeiro e emocional durante todo o período de graduação.

À minha paixão Beatriz Araújo da Silva, por toda compreensão, carinho, amor, e apoio, pois assim, foi possível a conclusão deste trabalho.

Aprender Física é, justamente, libertar-se do dia-a-dia.

(Moreira, M. A.)

Resumo

A Base Nacional Comum Curricular no Ensino Médio, estabelece como objetivo a construção do conhecimento, com foco no desenvolvimento de habilidades e a formação de atitudes e valores do aluno. Neste trabalho, investigou-se a interdisciplinaridade como uma das articulações e ferramentas possíveis para o Ensino de Física, por meio de algumas das competências básicas em seu desenvolvimento. Para isso, em uma escola, pública do ensino médio, foi aplicada uma aula com uma problemática do olho humano, enfatizando a resolução desses problemas com o uso da Física Óptica. Os resultados desse trabalho tiveram dois momentos: o primeiro, relacionado a atividade feita pelos alunos, que demonstraram uma boa compreensão sobre o assunto tratado durante a aula. No segundo, um questionário foi aplicado a fim de avaliar o envolvimento entre as áreas e o benefício da interdisciplinaridade ao desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade, Ensino de Física, Lentes, Óculos.

Abstract

The Common National Curriculum Base in High School establishes as its objective the construction of knowledge, focusing on the development of skills and the formation of student attitudes and values. In this work, interdisciplinarity was investigated as one of the possible articulations and tools for Physics Teaching, through some of the basic competences in its development. For this, in a public high school, a class was applied with a problem of the human eye, emphasizing the resolution of these problems with the use of Optical Physics. The results of this work had two moments: the first, related to the activity done by the students, which showed a good understanding about the subject treated during the class. In the second, a questionnaire was applied to evaluate the involvement between the areas and the benefit of interdisciplinarity to the cognitive development of students.

Key words: Interdisciplinarity, Physics Education, Lenses, Eyewear.

Lista de Figuras

Figura 1: Ilustração de uma sala de aula em 1800.....	13
Figura 2: Imagem representativa da sala de aula	13
Figura 3: Espectro Eletromagnético.	20
Figura 4: Representação do Experimento de Newton.....	21
Figura 5: Reflexão da luz no espelho plano.	22
Figura 6: Reflexão da luz no espelho curvo	22
Figura 7: Refração da luz em um copo com água.....	24
Figura 8: Tipos de Lentes.....	25
Figura 9: Diagrama de luz em lentes.....	25
Figura 10: Olho humano.....	27
Figura 11: Lente Divergente	28
Figura 12: Lente Convergente.....	29
Figura 13: Representação do olho humano.	31
Figura 14: Olho que apresenta miopia.	32
Figura 15: Olho que ilustra a hipermetropia	32
Figura 16: Olho que ilustra a astigmatismo	33
Figura 17: Linha do tempo.....	34
Figura 18: Utilização da geografia para explicar fenômenos da Física.	34
Figura 19: Convergência e divergência em lentes.	35
Figura 20: Exercício ilustrado no PowerPoint.....	36
Figura 21: Foto ilustrativa do modelo do funcionamento dos óculos.....	37

Sumário

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1. A INTERDISCIPLINARIDADE COMO FERRAMENTA.	16
2.2. FÍSICA ÓPTICA	18
2.2.1. Luz Partícula	18
2.2.2. Luz Onda.....	19
2.2.3. Luz onda partícula.....	20
2.2.4. Reflexão e refração da Luz	21
2.2.5. Lentes	24
2.2.6. Olho Humano	25
3. METODOLOGIA	30
3.1. PLANEJAMENTO DA AULA.....	30
3.2. APLICAÇÃO DA AULA.	37
3.3. AVALIAÇÃO DA AULA	38
3.3.1. Exercícios em aula	38
3.3.2. Questionário.....	38
4. RESULTADOS.....	39
4.1. EXERCÍCIOS EM AULA.....	39
4.2. QUESTIONÁRIOS APLICADOS.....	40
5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
REFERÊNCIAS.....	45
APÊNDICE 1. RESPOSTAS DOS ALUNOS ACERCA DOS EXERCÍCIOS REALIZADOS EM SALA DE AULA.....	47
APÊNDICE 2. QUESTIONÁRIO.....	48

1. Introdução

No Brasil, a escola foi implantada com intuito de preparar os alunos para o ensino superior, isso até o ano de 1930 (COSTA, 2013). Esse mesmo ensino, foi um dos principais responsáveis por influenciar a prática educacional formal, bem como o que serviu de referencial para os modelos que o sucederam através do tempo (LEÃO, 1999). Após 1930, houve a era Vargas que viu a necessidade de impulsionar o desenvolvimento do Brasil, e com ele, a escola teve a finalidade da profissionalização dos alunos, visto a emergência da revolução industrial. Vislumbrando os dois contextos, temos dois objetivos distintos para as escolas, e apesar disso, ambas utilizam a mesmas características do ensino da Escola Tradicional. Atualmente, a realidade não escapa desse tipo de ensino, ou seja, o ensino que é proporcionado nas escolas, não condiz com a sua finalidade.

A abordagem tradicional do ensino parte do pressuposto de que a inteligência é uma faculdade que torna o homem capaz de armazenar informações, das mais simples, às mais complexas (LEÃO, 1999). Sendo assim, esse simples fato, sugere que o papel de passividade do aluno no processo de ensino aprendizagem seja o suficientemente apenas escutar e reproduzir. Já o papel do professor está atrelado ao transmitir este conhecimento, que segundo Saviani (1991), é a principal característica do ensino tradicional.

A Escola Tradicional nos remete também ao conservadorismo que deixa evidente que o centro e a base das escolas são os professores e não as crianças, e que existe uma completa dependência dos alunos em relação aos professores (POMBO, 2008). Como pode ser visto na Figura 1, nas escolas tradicionais as salas de aula tinham um pedestal onde se situavam os professores, dando a sensação de soberania e autoridade. Também é possível observar a própria organização das mesas e das cadeiras que favoreciam este fato, ao não permitirem a livre circulação dos alunos na sala.

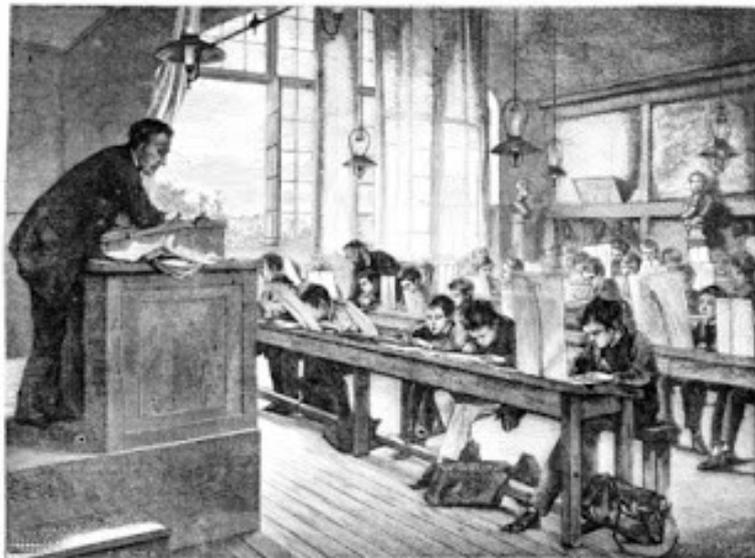


Figura 1: Ilustração de uma sala de aula em 1800
Fonte: ALMANAQUE CULTURAL BRASILEIRO

Com o passar dos anos, a maneira de pensar sobre o papel da escola mudou, e com isso, um novo objetivo surgiu. Para Patto (1997), a escola é uma instituição neutra que visa realizar um projeto de socialização dos alunos e prepará-los para a vida em sociedade, concebida, em seus aspectos estruturais e funcionais, como algo natural, dado que abrange instituições empenhada em beneficiar a todos e a cada um de seus membros, independentemente da origem social, da cor, do credo e do sexo. Hoje, mesmo com os objetivos distintos, ainda se utilizam em muitas escolas da rede pública os métodos e as configurações tradicionais, como pode ser visto na Figura 2.



Figura 2: Imagem representativa da sala de aula
Fonte: Getty Imagens

Com isso, a ideia da escola de ser a transição dos alunos para a vida adulta e/ou sociedade se perdeu, pois o que é muito visto em grande parte das escolas, é o preparo dos alunos para o ingresso no Ensino Superior. Portanto, quanto mais alunos da escola conseguirem ingressar nesse ensino, maior a credibilidade dessa escola, e conseqüentemente, a sociedade julgará como sendo uma escola com ensino de qualidade. Mesmo que essa ideia seja equivocada, apenas 16,63% em média da população Brasileira tem a formação completa do Ensino Superior (OLIVEIRA, 2019).

Existem diversas maneiras de tentar desenraizar o ensino tradicional das escolas, seja por meio das metodologias escolhidas para a aula, pela gestão escolar, pelas ações políticas e/ou pelas ferramentas a serem utilizadas durante as aulas. Caberia então, ao professor, saber escolher as metodologias e ferramentas mais adequadas para as suas aulas.

Dentre as diversas metodologias existentes, este trabalho optou por estruturar a aula nos três momentos pedagógicos, que segundo (Muenchen e Delizoicov, 2014) estão estruturados da seguinte maneira:

1. **Problematização Inicial:** apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam.
2. **Organização do Conhecimento:** momento em que, sob a orientação do professor, os conhecimentos [...] [científicos] necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados.
3. **Aplicação do Conhecimento:** momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

Para apresentar as situações reais que os alunos conhecem e presenciam, citados na problematização inicial, foi elaborado o uso da interdisciplinaridade. Tornou-se parte crucial desse trabalho, a união entre os três momentos pedagógicos e unificação os conhecimentos das áreas de Biologia, Física e Geografia.

No Ensino de Física, há uma grande variedade de temas que abordam situações cotidianas. Este trabalho, em específico, é voltado para o ensino de Física

Óptica, que tem seu lado enigmático - que apresenta a realidade fora de sua forma habitual, tornando esse processo de aprendizagem fascinante. **Óptica** é a parte da Física responsável pelo estudo dos fenômenos associados à luz visível, e com isso, o estudo de como essa luz interage com os diferentes tipos de materiais, sendo de suma importância para entender muitos dos fenômenos que estão interligados com as nossas vidas.

O estudo de lentes é importante para o aluno entender como a Física pode influenciar na sua vida, um pouco disso é mostrado em uma pesquisa publicada no (*Ophthalmology Journal*, 2016), que até 2050 cerca de 4,8 bilhões de pessoas, equivalente a 49,8% da população mundial, terão que usar óculos com lentes corretivas. Isto é uma tendência a qual os seres humanos estão fadados, se continuarem com seus hábitos corriqueiros, portanto, entender esse processo, talvez os ajude a compreender melhor esta situação.

No Capítulo 2, temos a Revisão Bibliográfica, enfatizando a importância da interdisciplinaridade como ferramenta para o ensino de Física, e em seguida, como é usualmente o estudo da Óptica no ensino. No Capítulo 3, se encontra o processo de planejamento e aplicação de uma aula, os resultados obtidos durante a aplicação do questionário. Por fim, na conclusão.

2. Revisão Bibliográfica

Antes de começar a falar sobre interdisciplinaridade, deve-se entender que não há um conceito relativamente estável, apesar de tudo, a palavra tem uma utilização muito ampla e é aplicada em muitos contextos (POMBO, 2008). Com isso, alguns autores a tratam por dois grandes enfoques: a **epistemologia**, que toma como categorias para seu estudo o conhecimento em seus aspectos de produção, reconstrução e socialização; a ciência e seus paradigmas; e o método como mediação entre o sujeito e a realidade. E o enfoque **pedagógico**, em que se discutem fundamentalmente questões de natureza curricular, de ensino e de aprendizagem escolar (THIESEN, 2008). Desse modo, ambas as discussões que envolvem a interdisciplinaridade, estão ligadas ao encontro de diferentes disciplinas para a construção de um novo saber (BISPO et al., 2014).

2.1. A interdisciplinaridade como ferramenta.

Quando se trata de ensino aprendizagem, Kubo e Batomé (2001) se expressam como o processo:

Frequente, o uso dos substantivos “ensino” e “aprendizagem” tem sido usado para referenciar os processos de “ensinar” e “aprender”. Raramente ficando claro que as palavras se referem a um “processo” e não a “coisas estáticas” ou fixas. Nem sequer pode ser dito que correspondam a dois processos independentes ou separados. Nesse sentido, é melhor usar verbos para referir-se a esse processo, fundamentalmente constituído por uma interação entre dois organismos (pelo menos no caso de “ensinar”, uma vez que é possível “aprender” sem um professor).

A tarefa de entender esse processo, ainda é muito complexa e extensa, não podendo limitá-lo a simples definição de um dicionário, como afirmam Kubo e Batomé (2001) continuam a discutirem em seu artigo, e por isso que o ato de ensinar segundo os autores, é o nome da relação entre o que um professor faz e a aprendizagem de um aluno.

Para tornar essa relação do ato do professor em aprendizado para o aluno, foi pensando no uso da interdisciplinaridade como mediador entre esses dois fatores. Visto que, na Base Nacional Comum Curricular e Currículos (BNCC) em suas 10 competências gerais da educação é definida por (BRASIL, 2015):

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
3. Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.
7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
8. Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.
9. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.

10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Visto as competências, o papel da interdisciplinaridade neste contexto, é possibilitar que o trabalho desenvolvido com os alunos, consiga alcançar algumas dessas competências, ou seja, espera-se atingir a construção do conhecimento, no desenvolvimento de habilidades e a formação de atitudes e valores (BRASIL, 2015).

No ensino de Física, é importante ressaltar, que não há uma ferramenta ou método ideal para a aprendizagem do aluno, como hoje em que o método tradicional é considerado por muitos autores como métodos ultrapassado, visto que um dia, já foi considerado o mais eficiente para o ensino. Moreira (2000) expressa essa mesma ideia em seu artigo:

...Julgo que é um erro ensinar Física sob um único enfoque, por mais atraente e moderno que seja. Por exemplo, ensinar Física somente sob a óptica da Física do cotidiano é uma distorção porque, em boa medida, aprender Física é, justamente, liberta-se do dia-a-dia. De modo semelhante, ensinar Física apenas sob a perspectiva histórica, também não me parece uma boa metodologia porque para adquirir/construir conhecimento o ser humano, normalmente, não precisa descobri-lo nem passar pelo processo histórico de sua construção...

2.2. Física Óptica

Sabe-se que o olho reage à luz. Apesar de todos estarem familiarizados com essa luz, desde a invenção de Thomas Edison, que revolucionou a vida noturna do homem, inventando as lâmpadas elétricas, muitos não sabem sobre a sua natureza. Para entender melhor sobre o que seria essa luz, é necessário entender quais eram as duas grandes teorias que explicavam esse fenômeno que conhecemos como luz.

2.2.1. Luz Partícula

Desde a época dos antigos gregos já era discutido sobre a natureza da luz. A escola pitagórica presumia que todo objeto visível emite uma torrente constante de partículas. Outra argumentava, que a luz devia ser um voo de partículas — como gotas de água lançadas de um esguicho de mangueira (MUELLER E RUDOLPH, 1982).

Mas essa ideia começou a ganhar mais força no meio científico, quando Newton começou a defender essa ideia corpuscular da luz ser partículas, que

contribuiu para a explicação das leis da Reflexão e Refração. Fenômenos estes, que muitos já tinham conhecimento, mas não sabiam o que fazia aquilo acontecer. Mas apesar dos esforços para explicar esses dois fenômenos, com o tempo, essa teoria que permeou por muito tempo começou a perder força, pois era difícil de explicar outros fenômenos, como da difração e a interferência (MUELLER E RUDOLPH, 1982).

No começo de 1900, a ideia corpuscular voltou novamente, depois da contribuição de Albert Einstein, que em seu artigo publicado com ajuda dos postulados de Planck, mostrou matematicamente como um elétron emitido por um metal podia absorver uma partícula de energia radiante, conhecido como fóton, premiando-o com o Nobel. Ou seja, o elétron podia absorver partículas provenientes do Sol. Então, Einstein afirmou que algumas características de uma partícula se encontravam na luz.

2.2.2. Luz Onda

Aristóteles quando observou o comportamento da luz, concluiu que a luz se propaga em forma de ondas. Com o tempo, a teoria ondulatória também se desenvolveu fortemente, com a contribuição de Huyghens e Hooken, que explica esse mesmo fenômeno descrito por Newton de reflexão e refração, mas algo com modelo de ondas, em vez de partículas. Diferente da ideia de que a luz era uma partícula, a ondulatória conseguiu explicar e demonstrar os fenômenos que ainda não tinham explicação, como da difração e da interferência. Mas isso não significou que a teoria ondulatória era aceita por todos, pois ainda havia a questão do éter que muitos afirmavam existir, mas nunca foi provada (MUELLER E RUDOLPH, 1982).

A importância do Éter para sustentar a teoria do ondulatória, era que para uma onda se propagar, precisaria de um meio material, assim, a luz proveniente do Sol precisaria de um meio para chegar até nosso planeta. Dessa forma, alguns cientistas propuseram a ideia que existe um meio entre o sol e a terra, o éter.

Com o passar do tempo, Maxwell conseguiu demonstrar e afirmar com seus estudos que a luz era parte de um imenso e contínuo espectro de radiação eletromagnético, fundamentando a natureza da luz ser uma onda eletromagnética, assim como a ondas de Raios Gama, Raios X, Micro-ondas, entre outras (MUELLER E RUDOLPH, 1982)

2.2.3. Luz onda partícula

Essas duas teorias permearam séculos sobre a natureza da luz, sendo ela uma onda ou uma partícula. Mas com os esforços e contribuições de diversos cientistas, tanto os que acreditavam na ondulatória quanto os que acreditavam na corpuscular (Partículas), levaram a uma teoria que descreve que a natureza da luz é ambas, ondas e partículas, hora se predomina as características de luz onda, ora se predomina característica de partícula luz. Na figura 3, está a representação desse espectro eletromagnético.

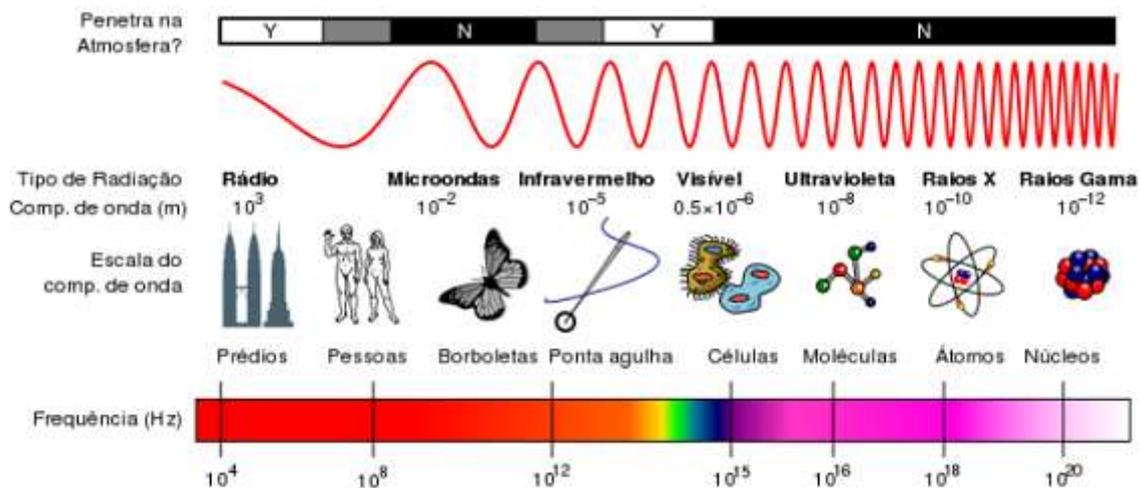


Figura 3: Espectro Eletromagnético.

Fonte: Khan Academy

A faixa do visível no espectro eletromagnético, é o que conhecemos como Luz. Que Newton já havia descoberto a variação desse comprimento de onda com a cor que conhecemos. Descrito pelo livro de Visão e Luz (MUELLER E RUDOLPH, 1982):

Newton passou um estreito feixe de luz por um prisma numa sala escura, projetou os raios emergentes num painel e obteve a imagem radiante que conhecemos por espectro — uma série de cores que começa, numa extremidade, com o vermelho e, passando pelo alaranjado, amarelo, verde, azul e anil, vai até o violeta, no outro extremo. Depois dirigiu os raios coloridos para outro prisma e os recombinau, obtendo assim de volta a luz branca original. Isso provou que a luz branca é uma combinação de todas as cores e que ela pode ser decomposta e recomposta à vontade. Por fim, Newton isolou as cores, uma por vez, e demonstrou que nada se podia fazer para mudar qualquer uma delas. A natureza básica da luz, portanto, não se alterava ao atravessar o vidro.

Uma das representações dessa experimentação, pode ser observada na Figura 4.



Figura 4: Representação do Experimento de Newton.
Fonte: BIOGRAPHY

2.2.4. Reflexão e refração da Luz

Agora que já foi feita uma revisão da natureza da luz e suas características, podemos entrar no assunto de como essa luz se interage com corpos materiais. Um dessas maneiras, é a reflexão da luz, que podemos dizer que ocorre quando um raio de luz, incide em uma superfície. Uma parte dessa parcela de luz é refletida. Em geral, A luz pode refletir de muitas maneiras, mas sempre segue uma lei simples: o ângulo de incidência (chegada) é igual ao ângulo de reflexão(partida). Apesar das aparências em contrário, essa lei é observada tanto pelo espelho plano devolve as imagens em ângulos iguais e opostos, como pelo espelho curvo, que emitem três feixes, de ângulo de incidência idêntico, em três direções diferentes (SERWAY, 2007). Observados, respectivamente, nas figuras 5, e 6.

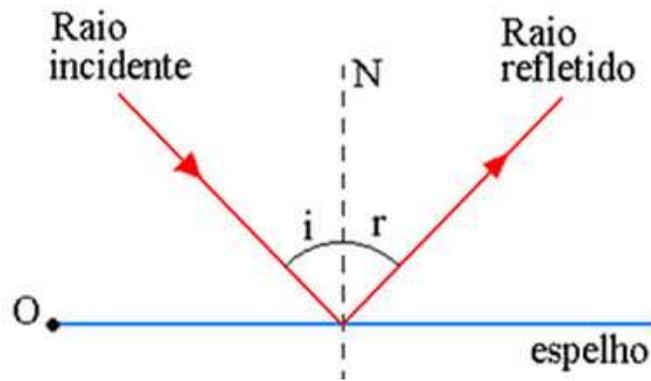


Figura 5: Reflexão da luz no espelho plano.
Fonte: Funny Physics, 2016.

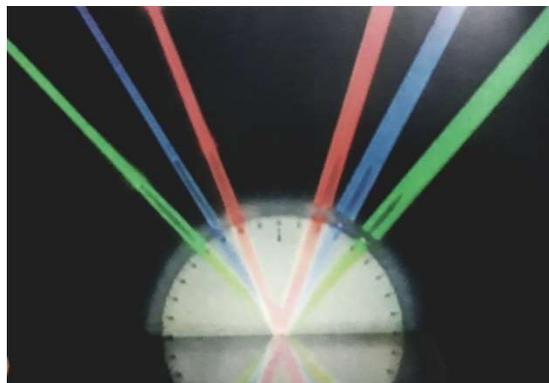


Figura 6: Reflexão da luz no espelho curvo
Fonte: MUELLER E RUDOLPH, 1982.

Uma outra interação da luz com alguns tipos de matérias, é o fenômeno que permite atravessar algumas superfícies. Quando a luz atravessa a superfície de separação de dois meios de diferente densidade, diminuindo de velocidade e mudando de direção no percurso, é conhecida por refração.

Um exemplo é a velocidade da luz no ar é de aproximadamente 300.000 km por segundo, mas a água, mais densa que o ar, reduz sua velocidade cerca de 25%. No vidro, mais denso ainda, a redução é de cerca de 30% (MUELLER E RUDOLPH, 1982). Isso é uma característica do fenômeno conhecido com índice de refração. Sua relação é vista na eq. (1):

$$n = \frac{c}{v} \quad (1)$$

onde, n é o índice de refração, o c a velocidade da luz no vácuo, e v a velocidade da luz no meio que se deseja ser estudado.

Contudo, para que haja refração, a luz deve incidir sobre o novo meio seguindo um certo ângulo e não diretamente. O tamanho desse ângulo determina a quantidade de luz desviada, que pode ser observada com a relação da lei de Snell vista na eq. (2):

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (2)$$

onde: θ_1 é o ângulo de incidência (ângulo que o raio incidente faz com a normal, θ_2 é o ângulo de refração ângulo que o raio refratado faz com a normal, n_2 é o índice de refração do meio 2, n_1 é o índice de refração do meio 1.

Como cada material possui seu índice de refração, na Tabela 1, estão representados alguns materiais utilizados para a produção de lentes corretiva em óculos e seus respectivos índices de refração.

	Séries MR™				Outros				
	MR-8™	MR-7™	MR-10™	MR-174™	PC	Acrílico (IR:1.60)	Índice médio	ADC (CR-39® RAV7®)	Vidro ótico
Índice de Refração (ne)	1.60	1.67	1.67	1.74	1.59	1.60	1.55	1.50	1.52
Número de Abbe (ve)	41	31	31	32	28-30	32	34-36	57	59
Temperatura de distorção térmica (°C)	118	85	100	78	142-148	88-89	-	84	>450
Tingibilidade	Bom	Excelente	Bom	OK	Nenhum	Bom	Bom	Bom	Nenhum
Resistência a impacto	Bom	Bom	Bom	OK	Bom	OK	OK	OK	Fraco
Resistência a cargas estáticas	Bom	Bom	Bom	OK	Bom	Fraco	Fraco	Bom	Bom

Tabela 1: Índice de refração de alguns materiais.
Fonte: Mitsui Chemicals do Brasil Comércio LTDA

A refração da luz produz diversos fenômeno Óptica. Como a distorção de uma colher em um copo de água (Figura 7), a formação de um arco-íris, ou a correção de defeitos de refração do olho humano com lentes de correção.



Figura 7: Refração da luz em um copo com água
Fonte: AZEHEB

Com esses dois fenômenos em mentes, refração e reflexão, o campo da Física se expande em ambas as partes. Para o fenômeno da reflexão, temos os estudos dos espelhos, sendo eles, plano, côncavo ou convexo, e cada um deles com suas respectivas características, na formação da imagem. No contexto da refração, temos, o estudo das lentes, que com suas principais características de convergência e divergência, nos possibilita a diversas aplicações, desde a fotografia, correções de visões, e até a observações de planetas.

2.2.5. Lentes

Uma lente típica constitui em um pedaço de vidro ou plástico moldado de tal forma que suas duas superfícies sejam segmentos de esferas ou planos (SERWAY, 2007). Em geral, as lentes são divididas em dois grupos, os das lentes convergentes, e das lentes divergentes. Conforme a construção da lente, é definido a suas características, podendo variar em: Plano-convexo, plano-côncavo, biconvexa, convexa-côncava, bicôncava, plano-côncava e côncavo-convexo, como visto na Figura 8.

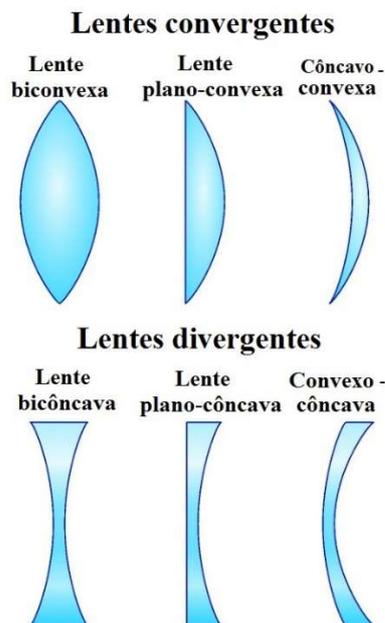


Figura 8: Tipos de Lentes
Fonte: Brasil Escola

Os raios em paralelos divergem após passar por uma lente do tipo bicôncava. Assim para essa situação, seu ponto focal é definido como o ponto a partir do qual os raios divergentes parecem se originar, identificado como F2 na Figura 9. E para a lente biconvexa, um efeito de convergência é mostrado, onde seu ponto se dá ao encontro dos raios em F1.

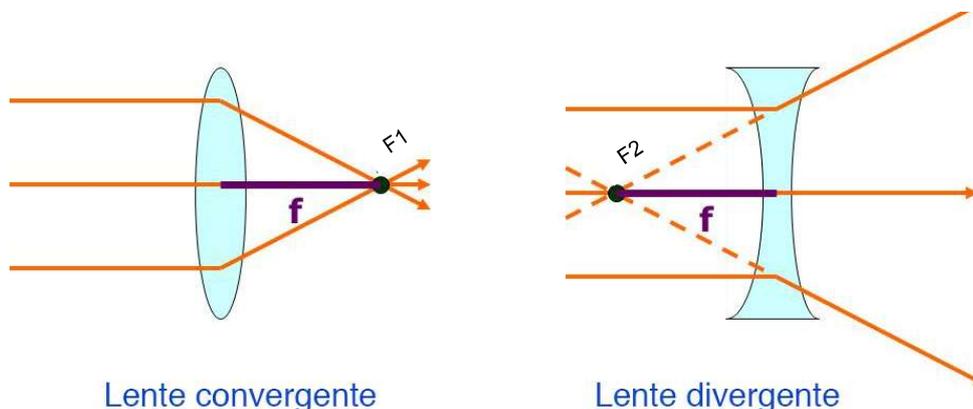


Figura 9: Diagrama de luz em lentes.
Fonte: adaptado Central Óptica

2.2.6. Olho Humano

O funcionamento do olho humano, não muda muito em relação fundamental com outros tipos de animais (MUELLER E RUDOLPH, 1982). Em geral, o processo de formação da imagem, se dá origem quando a radiação eletromagnética - a luz - interage com alguma superfície, e envia informação para olho. Essa informação

ocorre em formas luminosas, que atravessam as várias partes do olho até que a imagem é projetada na parede posterior do olho, ou retina, com ajuda do mecanismo de formação e processamento de imagem, tempos essa forma luminosa transformada em imagem que nos possibilita enxergar.

Apesar desse processo parecer bem simples, mandar uma boa imagem para a retina, pode ser bem complexo. Um dos primeiros fatores que favorece uma boa imagem para o olho humano, é a quantidade de luz que entra por ele, pois se houver luz excessiva, a imagem será incomodamente e muito clara (MUELLER E RUDOLPH, 1982), como quando você está deitado a noite em sua cama com todas as luzes apagada, e de repente alguém acende a luz sem aviso, imediatamente você tem a ação de tampar o olho mais rápido possível, pois há uma certa quantidade de informação excessiva para o seu olho. Mas se houver insuficiência de luz, a imagem será meio ofuscada, como por exemplo, ao andar em uma rua escura sem iluminação, onde não se consegue distinguir muitas coisas. Esse trabalho de controlar a quantidade de luz que entra no nosso olho é da pupila, cujo diâmetro é variável, entre 2 mm e 6 mm, dependendo da iluminação, são bastante típicos (HELENE, 2011). O tamanho dessa abertura é automaticamente ajustado aos vários graus de intensidade da luz por sinais nervosos enviados aos músculos da íris.

Outro fator extremamente importante para a formação de uma imagem com qualidade, é o controle do focar a luz, que são executadas por um sistema de mecanismos extremamente delicados e precisos cuja coordenação e cuja capacidade de adaptar-se às várias condições de luz, fazem com que a câmara mais complexa seja, em comparação ao olho, um mero brinquedo (MUELLER E RUDOLPH, 1982). Esse sistema tem quatro grandes influenciadores no seu processo de focalizar: o primeiro, é a córnea, que está localizada na frente do olho, e com isso, é o primeiro a se interagir com a luz, fazendo com que refrata com aproximadamente 75% da velocidade da luz e a desviando exatamente para o centro do olho, interagindo com o segundo elemento importante, o humor aquoso, um líquido claro, que possui seu índice de refração, por terceiro, temos o Cristalino, que é conhecida também por lente natural do olho, localizada dentro do globo ocular e responsável por refratar e efetua a focalização correta para a visão de perto e de longe e por fim, o humor vítreo, um líquido também transparente que preenche todo o espaço do globo ocular (MUELLER E RUDOLPH, 1982), ver Figura 10.

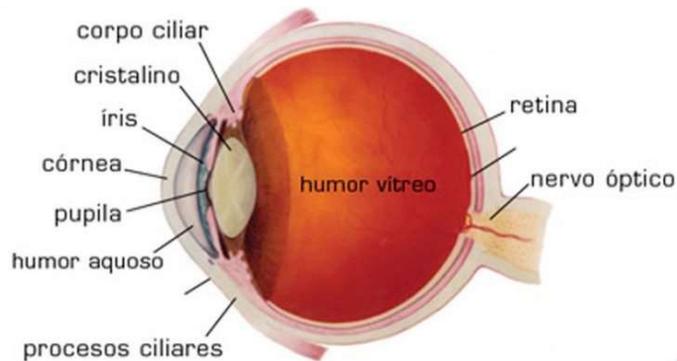


Figura 10: Olho humano
Fonte: Portal da Visão

Apesar da maravilha do olho, manter tudo perfeitamente funcionando, é extremamente complicado, pois qualquer fator que danifique uma das partes cruciais para a formação de imagem, pode gerar uma série de problemas. Entre os elementos apresentados acima, a Córnea é o elemento mais comum de se encontrar com algum defeito. Geralmente, as pessoas que têm problema na córnea podem apresentar três tipos de problemas: a miopia, Hipermetropia e o Astigmatismo (TIPLER, 1984).

A miopia, acontece quando o ponto focal da imagem se forma antes da retina, gerando problema como, dificuldade de enxergar de longe. Para o caso, dessa córnea tiver deformada ao ponto de fazer o ponto focal ir além da retina, temos o problema da hipermetropia, logo, as pessoas que tiver esse tipo de problema, geralmente tem problema de enxergar de perto. Por fim, a córnea pode também se deformar de uma forma que gere múltiplos pontos focais, distorcendo a imagem, independente da distância que estiver. Em muitos casos, é comum uma pessoa apresentar mais de um problema simultaneamente (TIPLER, 1984).

A idade também não colabora com o funcionamento perfeito do olho, com passar do tempo o homem envelhece, e o cristalino perde grande parte de suas propriedades, tanto, quando os músculos do olho não funcionam mais adequadamente, ocorre a presbiopia, e tanto quanto há uma opacidade, acontecendo a catarata (MUELLER E RUDOLPH, 1982). Claro que os defeitos que podem encontrar no olho, não acaba por aqui, entretanto, para o objetivo desse trabalho, os elementos citados serão indispensáveis.

Para alguns problemas gerado pela imperfeição do olho, hoje temos tecnologia que nos auxiliam nesse processo de formação de imagem. Para isso, muitos já viram sobre a utilização de óculos na correção da visão, entretanto para cada defeito há um tipo bem específico de lentes.

Uma lente Divergente, tem a tendência de separar seus raios luminosos. Assim ao incidir esses raios em sua superfície, são refratados para pontos distintos do espaço. Quando traçamos o prolongamento os raios refratados, percebemos que eles se encontram em certo local. É nesse ponto que está o foco da lente divergente (VIERA, 2012). Podemos observar na figura 11.

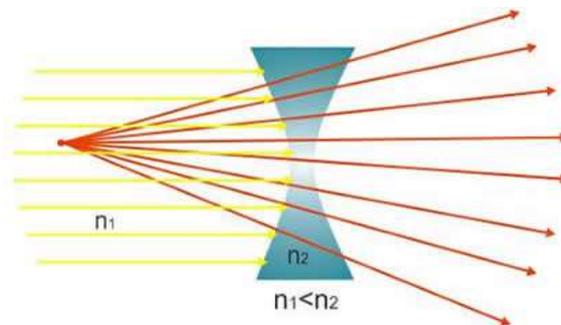


Figura 11: Lente Divergente
Fonte: Só Física

Assim ao usar os óculos com esse tipo de lente, faz com que dentro do olho de míope, os raios consigam alcançar até à retina (MUELLER E RUDOLPH, 1982). Pois ao entrar em contato com a córnea (o primeiro elemento para começar a formação de imagem), a luz chega com seus raios “mais aberto” que antes, e com isso, na hora da refração o ponto focal da luz, conseguem chegar até o fundo do olho, onde se encontra a retina.

Já as lentes Convergentes, ocorre o oposto do que acontece nas lentes Divergentes. Ao interagir com os raios luminosos, a lente, converge em um único ponto, denominado foco (Tripler,1984). Esse mesmo esquema, é demonstrado na Figura 12.

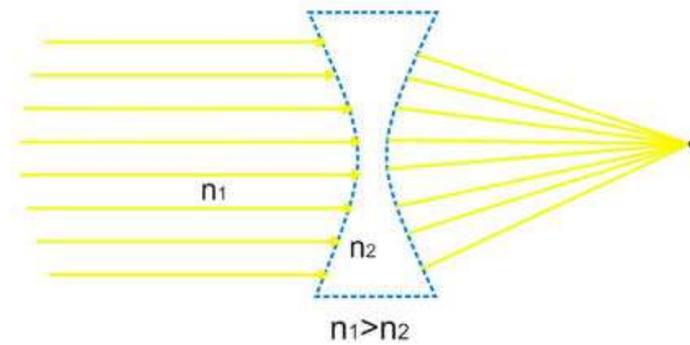


Figura 12: Lente Convergente.
Fonte: Só Física

Em geral, para o caso do olho com hipermetropia, que tem seu ponto focal muito distante, a lente convergente, ajuda a trazer esse foco mais próximo (MUELLER E RUDOLPH, 1982), ou seja, devido a sua característica de convergir os raios luminosos, essa lente possibilita um o ajuste necessário para uma formação de imagem nítida. O que vai determinar o quanto de ajuste será necessário para o olho, seja para ambos os casos, é um especialista, como oftalmologista e/ou optometrista.

3. Metodologia

Para realizar esse trabalho interdisciplinar, buscou-se realizar uma aula utilizando o conteúdo de Óptica. A sua aplicação teve como um dos principais fundamentos, a utilização de óculos e problemas da visão, visto em Biologia. Antes do início da aula, foi apresentada a proposta de pesquisa desse trabalho e o seu papel no ensino. Logo, o planejamento inicial de duração da aula foi de uma hora/aula, onde complementaria todo o planejamento inicial. Desenvolvida a aula utilizando o recurso didático, com o projetor, foram produzidos *slides* pelo *Software* PowerPoint. Optou-se também, por estruturar a aula e utilizar alguns aspectos vistos nos 3 momentos pedagógicos, e na Base Nacional Comum Curricular.

Inicialmente ao apresentar a anatomia do olho humano surgiria a Problematização Inicial, na qual os alunos teriam que se imaginar em situações reais para tentar resolver o problema. Em seguida, a aula contou com a organização do conhecimento, aplicando o conteúdo de Física Óptica crucial para resolver a questão inicial. Por fim, a aplicação do conhecimento, no qual apresentou a união da problemática inicial e o conhecimento adquirido pelos alunos.

As turmas escolhidas para a participação deste trabalho foram os terceiros anos do ensino médio, devido aos seus conhecimentos base suficiente para o desenvolvimento da aula. Outro fator seletivo foi a flexibilidade para assistirem a aula, fazendo o uso da sala de multimídia, lugar da aplicação do trabalho, visto que a sala é utilizada por outros professores.

3.1. Planejamento da aula

Em um primeiro momento apresenta-se o funcionamento do olho humano e suas características que influenciam diretamente na visão, como pode ser visto na Figura 13. Assim, pode-se mostrar para os alunos a formação de imagem em um olho saudável. Uma vez que, a luz refrate pela córnea, deverá ter um tamanho e formato ideal. A pupila regulará a quantidade de luz que chegará no interior do globo ocular, passando pelo cristalino - também conhecido como lente natural. Essa passagem, resultara na refração pelo humor vítreo, até chegar à parede da retina. Os cones e bastonetes, são responsáveis por captar esta luz, que está localizada na

parede do fundo do olho, conhecida também por retina. Com isso, este é o processo básico para a formação de imagem nítida (MUELLER E RUDOLPH, 1982).

Cada um dos elementos descritos deve estar perfeitamente sincronizado, caso contrário irá apresentar algum tipo de problema. Como por exemplo, o excesso do humor vítreo causa o glaucoma, ou então o fato do cristalino ficar opaco, que conhecemos como a catarata.

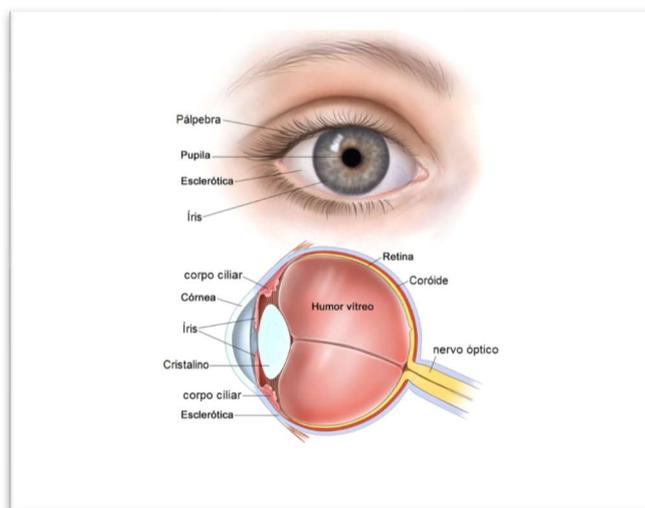


Figura 13: Representação do olho humano.
Fonte: Hospital de Olhos

Em seguida, é sugerida a situação de como corrigir esses problemas, fazendo com que os alunos tenham um momento para refletir sobre a situação. Sempre em mente as competências da BNCC, essa parte, abrange a segunda competência geral.

Entre alguns problemas apresentados, a aula se concentrou no problema gerado pela córnea irregular, uma das características dos olhos responsável por causar a miopia, hipermetropia e o astigmatismo. No caso da miopia, o problema apresenta alguns sintomas: Dificuldade de enxergar de longe, e córnea levemente deslocada para frente. Isto faz com que o ponto focal produzido pela luz não chegue até a retina, como pode ser visto na Figura 14.

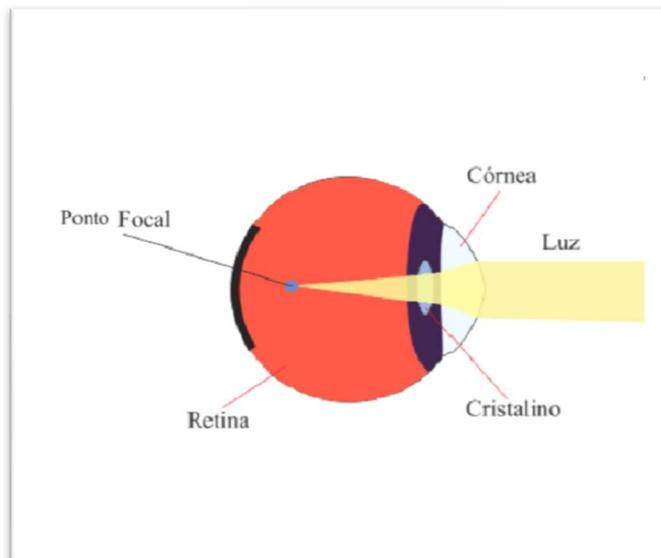


Figura 14: Olho que apresenta miopia.
Fonte: O autor

No caso da hipermetropia, acontece o caso oposto da miopia. Seus sintomas geralmente são: visão embaçada para objetos próximos, e córnea levemente deslocada para atrás. Assim, faz com que a luz refrate um momento depois do ideal, posicionando o ponto focal atrás da retina como ilustrado na Figura 15.

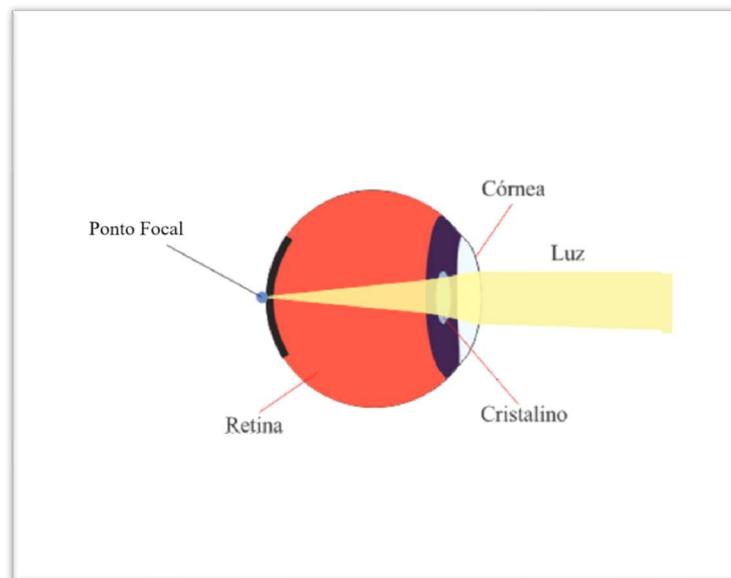


Figura 15: Olho que ilustra a hipermetropia
Fonte: O autor

O astigmatismo, normalmente acompanha um ou ambos os casos descritos acima, pois a irregularidade da córnea proporciona a formação de múltiplos pontos focais como pode ser visto na Figura 16.

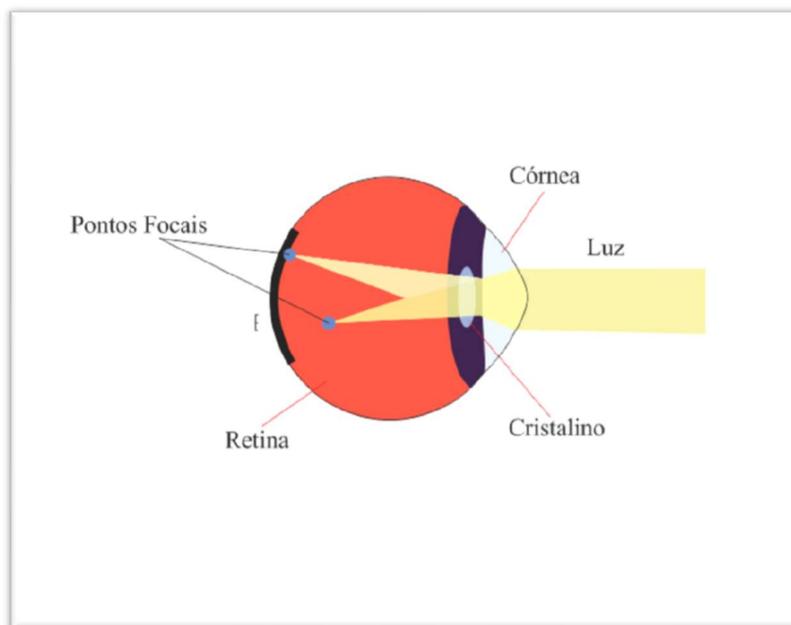


Figura 16: Olho que ilustra a astigmatismo
Fonte: O autor

Novamente, os alunos foram induzidos a pensar em como corrigir esses novos problemas. Apesar da grande maioria dos alunos, já terem presenciado ou vivenciaram a correção da visão, através dos óculos, não foi um problema. Pois, assim, possibilitou um questionamento que dá início a nossa problematização inicial: “como os óculos funcionam de fato?”

Antes de dar continuidade. Foi elaborado uma contextualização sobre o assunto, pensando na primeira competência geral da BNCC. Com a contextualização feita do surgimento dos óculos. Resultou em dois breves questionamentos. Logo após apresentar a idade que tiveram relatos sobre o instrumento. Isto é, aproximadamente em 500 a.C. Quem registrou esse relato foi um dos principais filósofos chineses de todo o Oriente, Confúcio. Em uma das suas citações ele dizia que os óculos não serviam para o propósito que conhecemos hoje. Mencionando que naquela época, os óculos não eram utilizados para corrigir a visão, então surgiu o primeiro questionamento “Se seu objetivo não era corrigir a visão, qual mais poderia ser seu propósito?”, aproveitando novamente da segunda competência geral da BNCC.

Em seguida, ao apresentar que só após 1 d.C. (ver Figura 17) que foram criadas as lentes corretivas, utilizadas com a finalidade de corrigir a visão. Foi nesse momento em que surge o segundo breve questionamento: “as pessoas não tinham

problemas na visão antes de criarem as lentes corretivas?”. Esse pequeno questionamento, foi planejado com o intuito de fazer os alunos pensarem sobre toda história e cultura envolvida, a fim de tentar construir um conhecimento em conjunto. Unificando as competências 1 e 2 da BNCC.

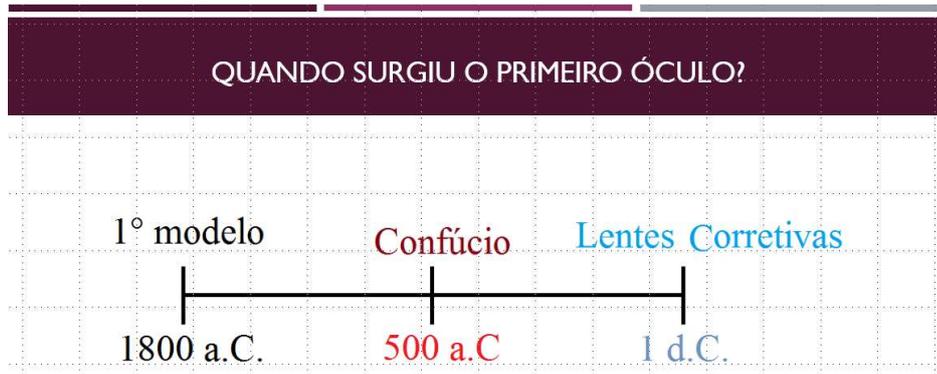


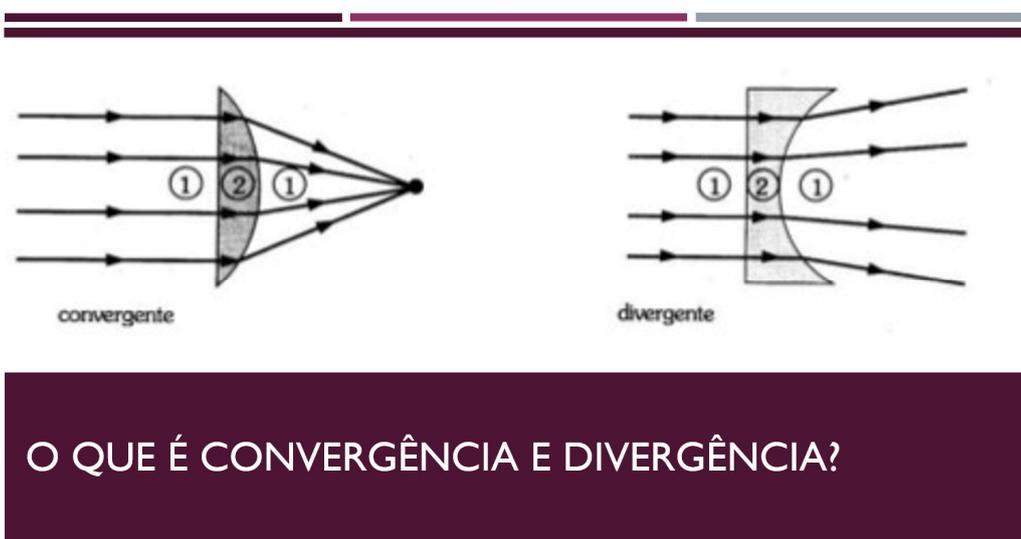
Figura 17: Linha do tempo.
Fonte: O autor

Dando prosseguimento a aula, é realizada a organização do conhecimento. Será apresentado para os alunos, o conteúdo de lentes e espelhos visto em Física Óptica, com ênfase nas características da lente, convergência e divergência. Na geografia também é visto esse mesmo fenômeno em placas tectônicas, e assim, foi pensando o uso da interdisciplinaridade como meio para auxiliar na explicação. pode ser observado na Figura 18.



Figura 18: Utilização da geografia para explicar fenômenos da Física.
Fonte: O autor

Nesse contexto o fenômeno da divergência no campo da Geografia, é o afastamento das placas tectônicas, que possibilita a oportunidade da formação de uma nova camada de magma. Assim como no conceito de convergência, as placas tectônicas têm a tendência de se unir, causando como consequência os terremotos, maremotos, etc. Logo, após a explicação, é feita a relação dos fenômenos da Geografia com os da Física – que ao invés de ter as placas tectônicas temos os raios de luz, que está representado na Figura 19. Assim como no caso das placas, a luz sofre a mesma tendência de afastar ou se unir. Diferenciando apenas dos fenômenos observado em Geografia, a luz precisa de um tipo específico de lente para que isso ocorra.



O QUE É CONVERGÊNCIA E DIVERGÊNCIA?

Figura 19: Convergência e divergência em lentes.
Fonte: O autor.

Buscando uma maneira diferente de avaliar o entendimento dos alunos dos fenômenos. Foi pensando em um pequeno exercício, uma serie de imagens feitas no PowerPoint. Os exercícios exigem que os alunos anotem os fenômenos vistos nos slides, diferenciando de convergência ou divergência, conforme a Figura 20.



Figura 20: Exercício ilustrado no PowerPoint.
Fonte: O autor

Para finalizar, a aplicação do conhecimento será realizada com a interdisciplinaridade da Biologia, Física e Geografia apresentadas durante a aula.

Com a expectativa de que os alunos expliquem os fenômenos da Física e Geografia, como soluções dos problemas gerados pela irregularidade da córnea. Os *slides* finais são mostrados novamente, a problemática do início da aula. Com a participação dos alunos, esperava-se a discussão e argumentação de qual a lente mais adequada para corrigir a visão, considerando a sétima competência geral da BNCC.

Para o primeiro caso da miopia, foi feito o esquema da luz interagindo com as lentes. Assim de uma forma mais ilustrativa os alunos puderam perceber se seu raciocínio estava certo, está representado na Figura 21, a sugestão das lentes para a correção.

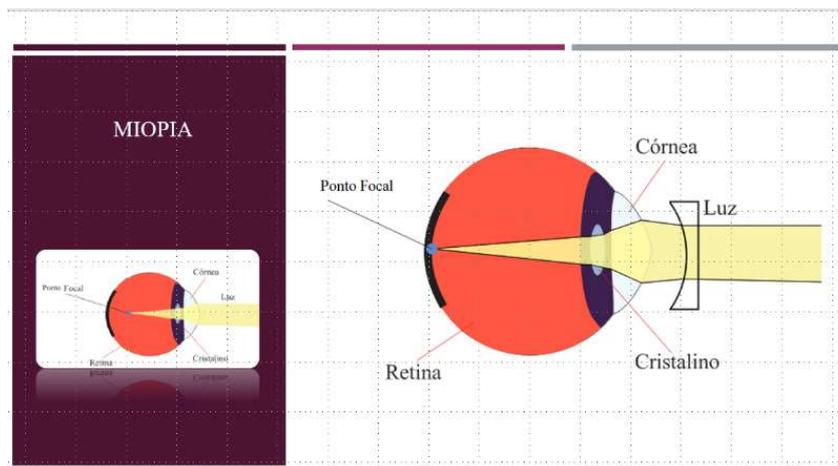


Figura 21: Foto ilustrativa do modelo do funcionamento dos olhos.
Fonte: O autor

Dessa maneira deu-se continuidade para os demais fenômenos, deixando apenas o caso do astigmatismo que foi proposto como desafio para que os alunos pesquisem sobre a correção deste caso.

3.2. Aplicação da aula.

Em uma breve conversa com a professora coordenadora da escola E.E. Amália Garcia Ribeiro Patto, lugar de aplicação desse trabalho. Foi elaborado um planejamento para aplicação da aula. O mês de maio, entre os dias 27 e 29 foi escolhido para o momento da aplicação da aula para aos alunos. Entretanto, devido a alguns compromissos da escola que não estavam previstos, não foi possível realizar a aplicação nesta data, tendo que ser alterada para os dias 3 e 4 do mês de setembro.

A primeira turma, o 3ºB, a aula foi realizada no dia 3 de setembro em uma terça-feira, que teve a sua aplicação feita na 6ª e última aula do dia. A aula teve início às 11h30 e teria o término às 12h20. Devido a alguns alunos trabalharem no período da tarde e precisarem sair alguns minutos antes. Se ausentando assim, nos momentos finais da aula. No o 3ºA teve a sua aula aplicada em uma quarta-feira, dia 4 de setembro no primeiro período do dia. Novamente não foram todos os alunos que assistiram a aula completa. Alguns alunos chegaram atrasados e entrando durante a aula. Ou seja, os 50 minutos da aula, como foi inicialmente planejada não ocorreu conforme o planejado, visto que foi preciso esperar cerca de 10 minutos após o início da aula oficial.

Nas duas situações, a aula não se desenvolveu conforme planejado inicialmente, sendo necessário o replanejamento durante a aplicação, como omitir algumas informações que não eram tão pertinentes naquele momento da aula, mas que seriam de grande curiosidade, e situações onde deveriam ter mais atenção foram apenas mencionadas, devido ao horário.

3.3. Avaliação da aula

Para a avaliação da aula, foram pensados dois métodos: o primeiro, durante a aula, pensando em um formato diferente para poder coletar as informações necessárias para verificar o aprendizado do aluno. No segundo método, foi pensando no questionário, apesar de ser uma maneira um pouco tradicional, porém eficiente para coleta de dados mais concretos, possibilitou o seu uso também para o trabalho de graduação.

3.3.1. Exercícios em aula

Ao todo, foram cinco exercícios, que os alunos responderam em folhas individuais, no entanto eles se sentaram próximos uns dos outros e tinham a liberdade para conversar e discutir com os colegas. Os alunos deveriam anotar apenas o número dos exercícios classificados nos slides, e escrever quais fenômenos eram, convergente ou divergente, ver Apêndice 1.

3.3.2. Questionário

No primeiro momento do questionário foi construído para identificar o perfil do aluno, com algumas informações sobre local onde mora e interesse por algumas áreas de ensino. Esse primeiro momento, não teria um valor significativo para este trabalho, mas sim algo para conhecer um pouco mais sobre cada aluno. Em seguida, há uma tabela em que existem algumas perguntas rápidas relacionadas a aula, com alternativas: sim, não e parcialmente, como pode ser visto no Apêndice 2. O questionário também é composto de algumas questões referentes ao assunto de outras áreas. Assim pode-se observar se a interdisciplinaridade está servindo para ambas as partes, ou somente há uma se beneficiando. E por fim, questões pertinentes em vestibulares e cobradas pela rede de ensino no ramo da Física, para continuar atendendo os critérios de ensino do Estado.

4. Resultados

Neste capítulo, são apresentados os resultados obtidos nas aulas, subdivididos em dois tópicos: o primeiro, referente os exercícios feitos durante a aula e em seguida, o segundo tópico, que abordará o questionário aplicado posteriormente a aplicação da aula. Durante a aplicação da aula, os alunos demonstraram timidez no momento da interação, sendo possível observar cochichos entre os colegas, ou comentários referentes aos do tema apresentado. Uma das conversas, feito por alunos, dizia assim: “minha tia, tem esse problema”, visto que o contexto era sobre a explicação da catarata e glaucoma.

4.1. Exercícios em aula

Durante a aplicação da aula, foi proposto alguns exercícios que foram realizados rapidamente. As questões abrangiam uma sequência de imagens a respeito de fenômenos de convergência e divergência. A cada imagem disposta no slide, os alunos anotavam no caderno a resposta a respeito do fenômeno (divergência ou convergência). Esses exercícios se encontram no Apêndice 3 e o Gráfico 1 representa as respostas das turmas dos terceiros anos A e B.

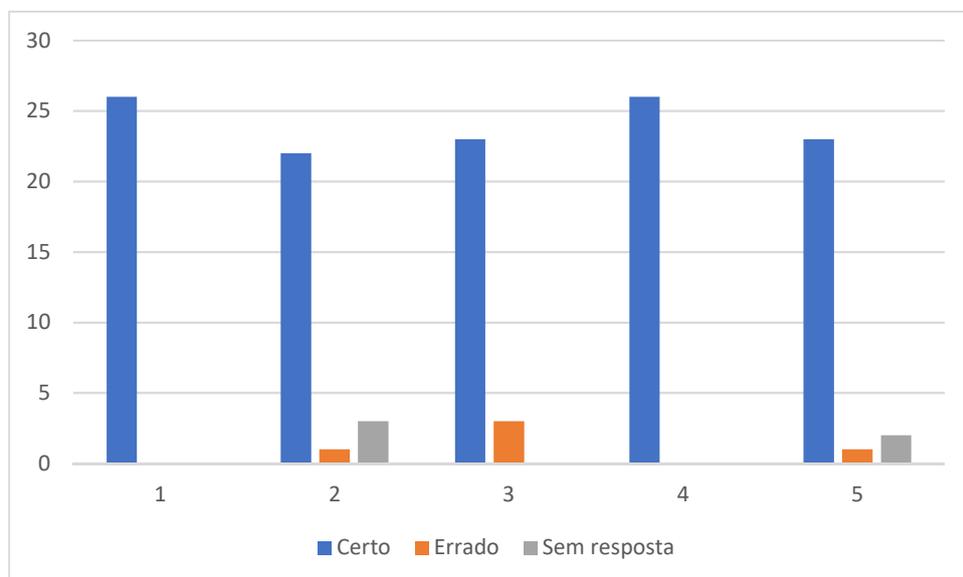


Gráfico 1: Gráfico da resposta dos alunos em função dos exercícios.

Os números representados no gráfico como 1, 2, 3, 4, 5, representam os exercícios passados durante a aula no slide. Como pode-se observar, grande parte dos alunos responderam corretamente os exercícios.

4.2. Questionários aplicados

O questionário foi aplicado posteriormente a aula, tomando apenas 5 minutos da aula seguinte. Isto já com a ciência e aprovação do professor que esperaria os alunos terminarem esse questionário, isso no caso dos alunos do 3ºA. No momento da aplicação do 3ºB, na última aula do dia, não foi possível efetuar a mesma estratégia.

Na tentativa de terminar a aula mais rápido possível para que todos os alunos da turma do 3ºB conseguissem assistir, não foi o suficiente. Infelizmente houve algumas evasões durante a aula. Os alunos que ficaram, responderam os questionários, já os demais responderam no dia seguinte.

É importante ressaltar que, na aplicação do questionário, em geral, as turmas se reuniram para responder as questões, e neste momento, os alunos que tinham mais convicção da resposta correta, acabaram influenciando nas respostas dos demais.

A primeira avaliação quantitativa foi referente a tabela citada nos questionários, de perguntas rápidas que pode ser vista no Gráfico 2 os alunos do 3ºA, e no gráfico 3 os alunos do 3ºB.

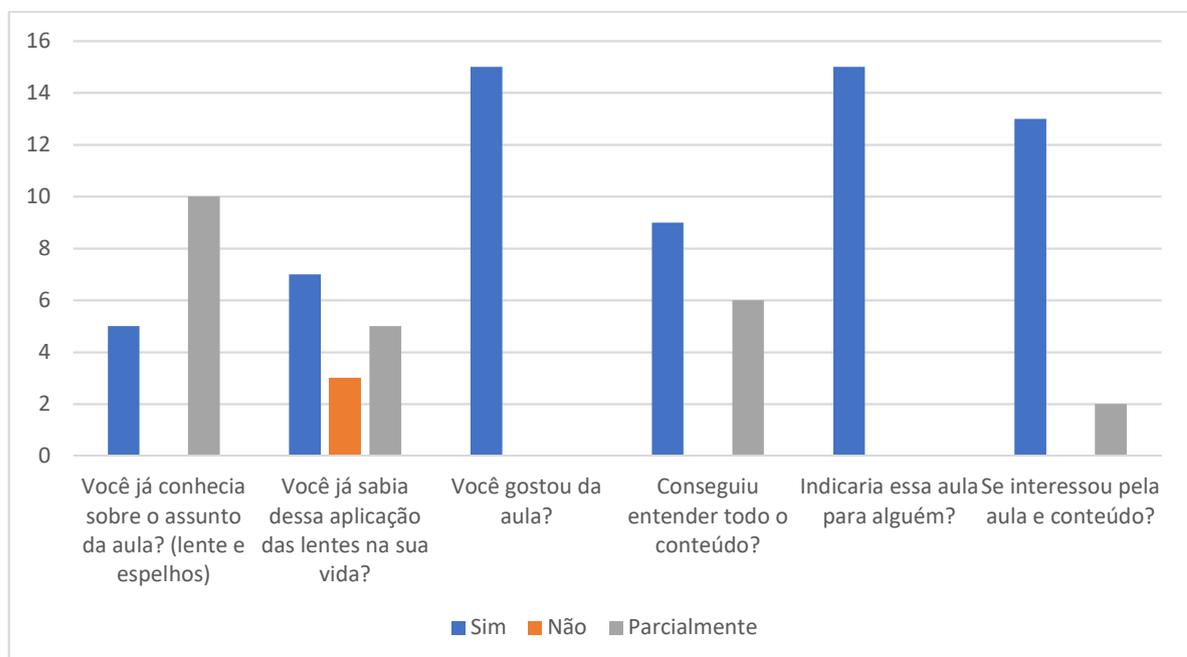


Gráfico 2: Gráfico do questionário dos alunos do 3ºA

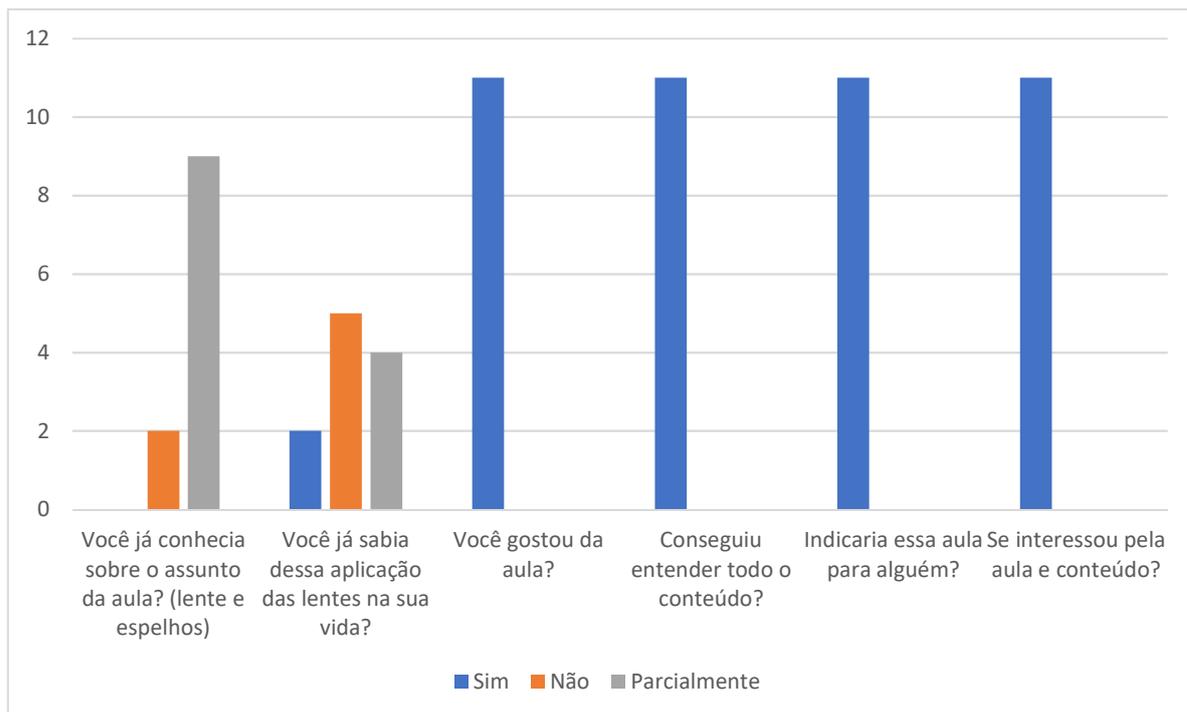


Gráfico 3: Gráfico dos questionários dos alunos do 3ºB.

Na segunda parte do questionário, as questões 5 e 6 foram consideradas relevantes apenas para o aprimoramento da aula, sendo então retirada do gráfico para melhor entendimento sobre as questões. Algumas questões eram dissertativas e para uma avaliação mais objetiva, foram classificadas as respostas escritas em: positivas, negativas, parcial e sem resposta. Os critérios de avaliação foram definidos como respostas: certa, errada e meio certo, respectivamente. As questões que não foram respondidas, também foram contabilizadas para o gráfico e isso pode ser observado nos gráficos 4 e 5, respectivamente para as turmas do 3ºA e 3ºB.

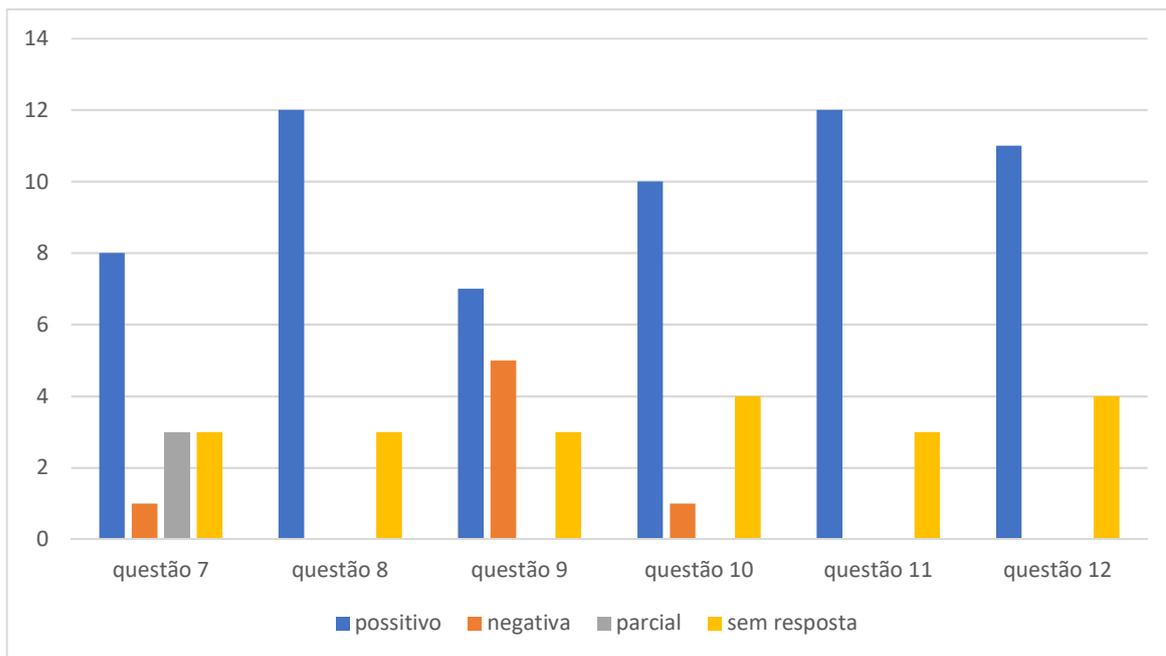


Gráfico 4: Gráfico do questionário do 3ºA.

Entre algumas questões referentes aos fenômenos vistos na aula, sobre a questão 7 cabe destacar algumas respostas que o questionário obteve – “Convergente é quando a luz se encontra e Divergente ela se separa”, e como pode observar, apesar de não lembrar de fato os nomes mais adequados, para o ramo científico, o aluno conseguiu compreender e entender da sua maneira. Outro aluno também compartilha da mesma ideia, “Divergente segue o caminho diferente do outro, e Convergente segue um caminho só/junto”.

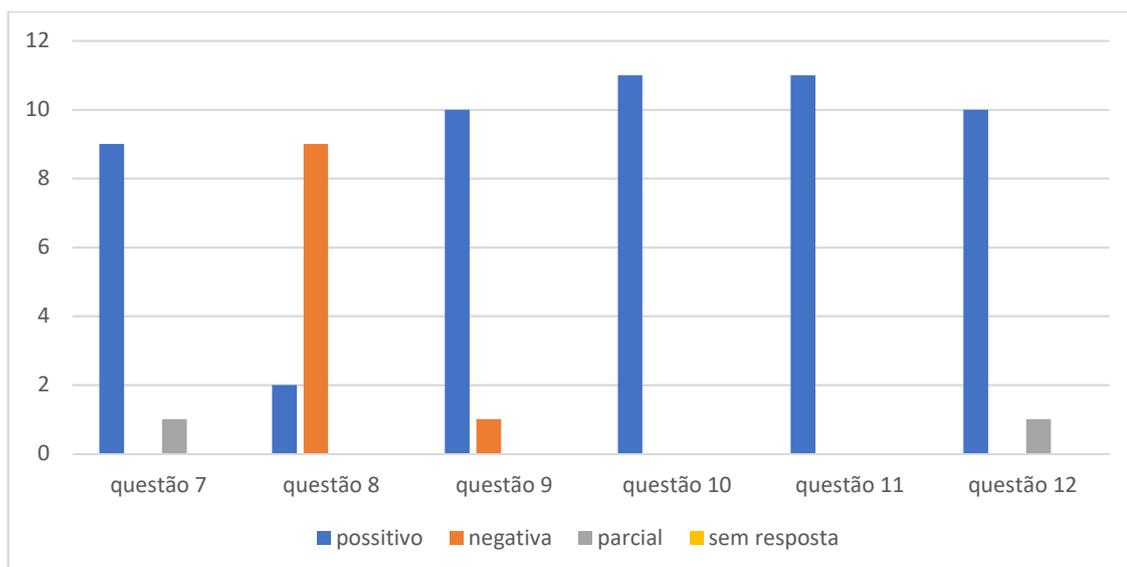


Gráfico 5: Gráfico do questionário do 3ºB

As questões 7 e 9 foram compostas essencialmente para entender se os alunos compreenderam o fenômeno da convergência e divergência, atendendo questões pertinentes aos vestibulares. O assunto da questão 8, não encaixava para essa aula, porém seria interessante saber o conhecimento dos alunos, já que o tema é bem próximo ao da aula. As outras questões são referentes a interdisciplinaridade, em biologia sobre o aspecto do funcionamento de uma das características do olho, questão 11. Na questão 10 também era sobre assunto da biologia, que perguntava sobre um problema gerado no olho. Como pergunta extra, a questão 12, aborda o conteúdo do contexto histórico, que poderá ser considerado também como parte eficiente da interdisciplinaridade.

Para uma visão mais ampla no gráfico 6, está a união das duas turmas.

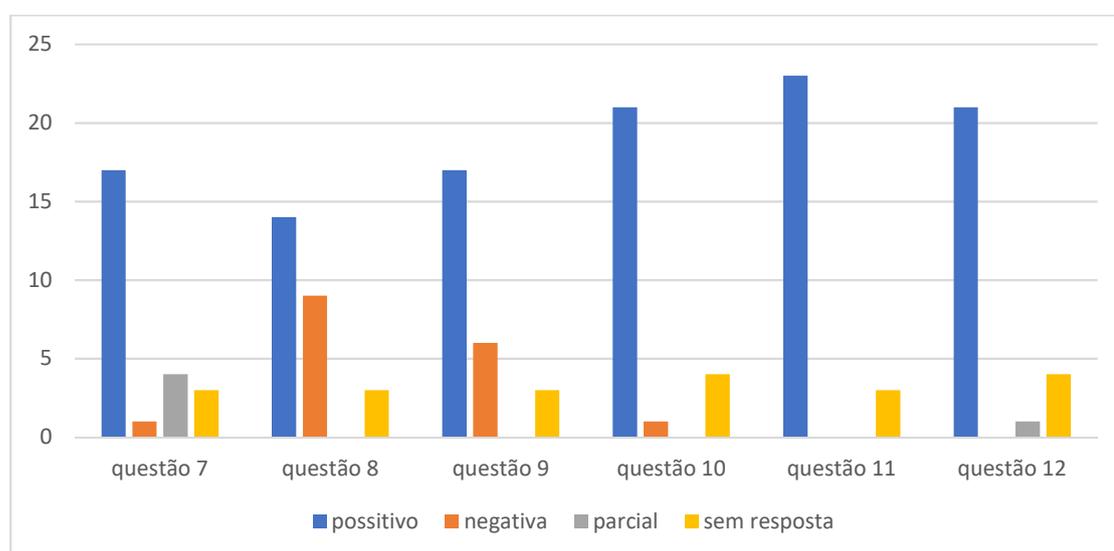


Gráfico 6: gráfico dos questionários referentes as turmas: 3ªA, 3ªB

Na questão relacionada a interdisciplinaridade, também houve argumentos semelhantes visto a explicação da questão 7. Como, por exemplo, na questão 12 quando se trata do contexto histórico, e na questão diz o seguinte: “– A partir de que momento começou a utilizar as lentes corretivas? Por quê?” Uma aluna se expressou assim: “1 d.C. pois a cultura antes disso acreditava que não vale o que vê e sim o que sente”. E essa mesma aluna responde à questão 10 de uma maneira muito fascinante à pergunta: “– Para quem sofre do problema da catarata, os óculos poderiam resolver esse problema?” e responde com “não, pois os óculos corrigem o problema de foco.”

5. Conclusões e considerações finais.

Neste trabalho foi abordada a utilização da interdisciplinaridade como uma das articulações e ferramentas possíveis para o Ensino de Física Óptica, atingindo algumas das competências básicas em seu desenvolvimento. Podemos concluir que este trabalho teve seus resultados divididos em dois momentos: o primeiro, foi relacionado a atividade feita pelos alunos, o qual nos proporcionou verificar se os alunos tiveram entendimento sobre o fenômeno, o qual, tiveram muito poucos erros. E no segundo, o questionário aplicado, que mostrou ser bem positivos e com os índices bem favoráveis.

Por fim, cabe ressaltar que apesar das dificuldades que se encontra ao longo do caminho para desenvolver uma aula interdisciplinar, é possível e satisfatório planejar uma aula que possibilita abranger diversos assuntos a se imergir em único tema.

Lembrando da ideia de que apenas 16,63% da população brasileira possui o ensino superior completo, é importante ressaltar que isso é um dado mais geral, que não significa o interesse dos alunos nesse nível de ensino, ou a sua tendência. Mas ainda sim, esse número é preocupante, pois o restante da população que passaram pela escola não tiveram uma formação de nível superior.

REFERÊNCIAS

- BISPO, et al.). **Interdisciplinaridade no ensino em saúde: o olhar do preceptor na Saúde da Família**, *Interface (Botucatu)* [online]. 2014, vol.18, n.49, pp.337-350. Epub Mar 10, 2014. ISSN 1807-5762. Disponível em: <https://www.scielo.org/scielo.php?pid=S1414-32832014000200337&script=sci_abstract&tlng=es#>. Último acesso em: 11 out. 2019
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**. Brasília, DF: MEC, 2015. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embai_xa_site_110518.pdf>. Último acesso em: 17 out. 2019.
- COSTA, G. L. M. **O ensino médio no Brasil: desafios à matrícula e ao trabalho docente**. *Rev. Bras. Estud. Pedagog.* [online]. 2013, vol. 94, n.236, pp.185-210. ISSN 2176-6681. Disponível: <<http://dx.doi.org/10.1590/S2176-66812013000100010>>. Último acesso em: 14 out. 2019.
- DELIZOICOV, D. Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, M. (org.). *Ensino de Física? Conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2002
- OLIVEIRA, E. **mais da metade dos brasileiros de 25 anos ou mais ainda não concluiu a educação básica aponta IBGE**. G1, 2019. Disponível:<<https://g1.globo.com/educacao/noticia/2019/06/19/mais-da-metade-dos-brasileiros-de-25-anos-ou-mais-ainda-nao-concluiu-a-educacao-basica-aponta-ibge.ghtml>>. Último acesso em: 14 out. 2019.
- HELENE, O. **Alguns aspectos da óptica do olho humano**. *Rev. Bras. Ensino de Física*. 2011, vol. 33, n 3.
- KUBO e BATOMÉ., **Ensino-aprendizagem: Uma interação entre dois processos comportamentais**. *Interação*, 5, 133-170, 2001.
- LEÃO, D. M. M. **Paradigmas contemporâneos de educação: escola tradicional e escola construtivista**, *Cad. Pesqui.* [online]. 1999, n.107, pp.187-206. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-15741999000200008>>. Último acesso em: 11 out. 2019.
- MOREIRA, M. A. **Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 22, 2000.

- MUELLER E RUDOLPH.** Luz e Visão. 1982, Biblioteca científica, Rio de Janeiro.
- MUENCHEN, C. A disseminação dos três momentos pedagógicos: Um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Florianópolis. Universidade federal de Santa Catarina. 2010. 213p.
- MUENCHEN E DELIZOICOV. **Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”***. Ciênc. Educ., Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.
- Ophthalmology Journal. **Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050**, 2016, Pages 1036-1042. Disponível em: <[https://www.aaojournal.org/article/S0161-6420\(16\)00025-7/fulltext](https://www.aaojournal.org/article/S0161-6420(16)00025-7/fulltext)>. Último acesso: 11 nov. 2019
- PATTO, M. H. S. **Introdução à psicologia escolar**. 1997, Casa do Psicólogo, São Paulo. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/51220935/introducao-a-psicologia-escolar>>. Último acesso em: 11 out. 2019.
- POMBO O. **Epistemologia da interdisciplinaridade**. Revista, do Centro de Educação e Letras, FOZ DO IGUAÇU, v. 10 - nº 1 - p. 9-40. 2008.
- SAVIANI, D. **Escola e democracia**. 24. ed. São Paulo: Cortez, 1991.
- SERWAY, R. A. **Princípios de Física: Óptica e Física Moderna**. 2007, Vol. 4
- THIESEN, J. S. **A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem**, Revista Brasileira de Educação, 2008. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27503910>>. Último acesso em: 20 out. 2019.
- TIPLER, P. A. **Física – Vol. 2b**. 1984.
- VIERA, C. P. **Refração e lentes esféricas**. Porto Alegre, 2012.

Apêndice 1. Respostas dos alunos acerca dos exercícios realizados em sala de aula

- 1- Convergência
 - 2 - Divergência
 - 3- Divergência
 - 4 - ~~Convergência~~
4- convergencia
 - 5- ~~8~~ 5 convergência
 - 8- divergência
- Miopia : Divergência
Hipermetropia - convergência



Trabalho de Graduação

Questionário para os alunos – Estudo da Aula

• PERFIL:

Nome (opcional): _____ Série: _____

1) Sexo:

- a) Feminino b) Masculino c) Indefinido

2) Qual bairro e cidade você mora?

R: _____

3) Você tem preferência em algumas áreas do conhecimento? qual ou quais? (Obs. pode assinalar mais de uma alternativa)

- a) Ciências Humanas (esp. L. Portuguesa, História, Geografia);
- b) Ciências Exatas (esp. Matemática, Física, Química, Computação);
- c) Ciências Biológicas (esp. Biologia, Medicina, Farmácia);
- d) Outras: _____
- e) Nenhuma;

• QUESTIONÁRIO SOBRE A AULA

4) Assinale a alternativa:

	Sim	Não	Parcialmente
Você já conhecia sobre o assunto da aula? (lente e espelhos)			
Você já sabia dessa aplicação das lentes na sua vida?			
Você gostou da aula?			
Conseguiu entender todo o conteúdo?			
Indicaria essa aula para alguém?			
Se interessou pela aula e conteúdo?			

5) Você notou alguma diferença nesta aula, da qual normalmente vocês assistem? Sendo ela boa ou ruim? Explique.
R: _____

6) Você tem alguma sugestão/comentário sobre de como melhorar a aula?
R: _____

7) Explique o que é o fenômeno da convergência e divergência.
R: _____

8) Qual a característica de um espelho? Refletir ou Refratar?
R: _____

9) (PUC-SP) Deseja-se concentrar a luz do Sol num ponto para aquecê-lo intensamente, usando apenas um dos elementos indicados a seguir. Assinale qual deles deve ser usado:

- a) espelho plano. b) lente convergente. c) lente divergente. d) espelho convexo.

10) Para quem sofre do problema de catarata (opacidade do cristalino), os óculos poderiam resolver esse problema? Explique.
R: _____

11) Qual é a função da pupila no olho humano?
R: _____

12) A partir de que momento começou a ser utilizado as lentes convexas? Por quê?
R: _____

Tremembé, _____ de _____ de 2019.

Apêndice 3. Sequência de exercícios realizado em sala de aula.



1
CONVERGÊNCIA
OU
DIVERGÊNCIA?



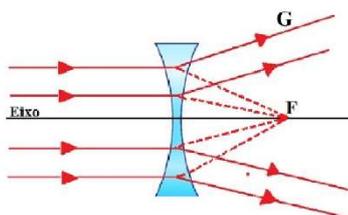
2
CONVERGÊNCIA
OU
DIVERGÊNCIA?



3
CONVERGÊNCIA
OU
DIVERGÊNCIA?



4
CONVERGÊNCIA
OU
DIVERGÊNCIA?



5
CONVERGÊNCIA
OU
DIVERGÊNCIA?