



INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE FÍSICA E BIOLOGIA EM TURMAS DE 8º
ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL: POSSIBILIDADE PARA O ENSINO DE
CIÊNCIAS

Leciani Eufrásio Coelho Varela

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora:
Prof^a. Dr^a. Márcia Martins Szortyka

Araranguá
Setembro de 2016

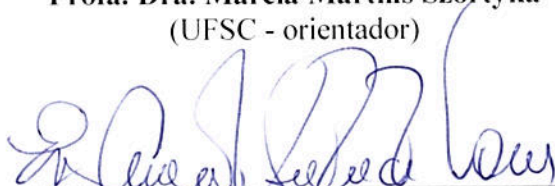
Interdisciplinaridade entre Física e Biologia em turmas do 8º ano do Ensino Fundamental: possibilidade para o ensino de ciências

Leciani Eufrásio Coelho

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de **MESTRE EM ENSINO DE FÍSICA**, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física, da Universidade Federal de Santa Catarina, Polo Araranguá.



Prof. Dra. Marcia Martins Szortyka
(UFSC - orientador)

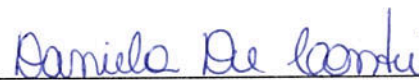


Prof. Dr. Ery Augusto Salcedo Torres
(MPEF/UFSC - Coordenador do Programa)

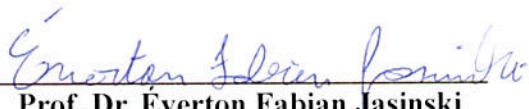
Banca Examinadora



Prof. Dra. Marcia Martins Szortyka
(presidente) - MPEF/UFSC



Prof. Dra. Daniela De Conti
(membro externo) -



Prof. Dr. Everton Fabian Jasinski
(membro titular) - MPEF/UFSC



Prof. Dr. Marcelo Freitas de Andrade
(membro titular) - MPEF/UFSC

FICHA CATALOGRÁFICA

Varela, Leciani Eufrásio Coêlho
Interdisciplinaridade entre Física e Biologia em turmas
de 8º ano do Ensino Fundamental : Possibilidade para o
Ensino de Ciências / Leciani Eufrásio Coelho Varela - Araranguá:
UFSC, 2016.

Orientadora: Márcia Martins Szortyka
Dissertação (mestrado) – UFSC / câmpus Araranguá /
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2016.

Referências Bibliográficas:

1. Ensino de Ciências. 2. Interdisciplinaridade. 3. Física I.
Szortyka, Márcia Martins. II. Universidade Federal de Santa Catarina,
câmpus Araranguá, Programa de Pós-Graduação em Ensino de
Física. III. Interdisciplinaridade entre Física e Biologia em turmas
de 8º ano do Ensino Fundamental : Possibilidade para o
Ensino de Ciências.

Agradecimentos

A Deus por ter me dado saúde e sabedoria para concluir este trabalho;
Aos meus pais, Evânio dos Santos Coêlho e Linaura Eufrásio Coêlho pelo amor, incentivo e apoio incondicional nessa caminhada;
Ao meu marido André Godinho Varela pela compreensão e companheirismo;
A minha orientadora Prof^a. Dr^a. Márcia Martins Szortyka que muito me ajudou com o conhecimento;
À CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida;
E a todos que de maneira direta ou indireta fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

RESUMO

INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE FÍSICA E BIOLOGIA EM TURMAS DE 8º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL: POSSIBILIDADE PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Leciani Eufrásio Coelho Varela

Orientadora:

Prof^a. Dr^a. Márcia Martins Szortyka

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Este trabalho apresenta a implementação de uma Sequência Didática confeccionada a partir da produção de um *Material de Apoio ao Professor de Ciências* (Apêndice A) para o conteúdo de visão. Esse tema foi escolhido em virtude da facilidade de relacionar a Física e Biologia em uma proposta interdisciplinar. Os resultados da aplicação são referentes a uma turma de 8º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública do município de Sombrio/SC. Assim sendo, a pretensão foi analisar a possibilidade de Interdisciplinaridade entre Física e Biologia para esse conteúdo. A fim de promover a aprendizagem significativa à aplicação em sala de aula fez-se uso de experimentos, demonstrações, vídeos, textos, um pôster e uma maquete. Para a confecção do material de apoio foi realizado um estudo aprofundado sobre o tema em variadas bibliografias. Acredita-se que o material de apoio produzido por esta dissertação poderá ser utilizado por professores de Ciências do Ensino Fundamental que queiram trabalhar com o foco interdisciplinar, visto que a proposta tenta contemplar as recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino de Ciências. Com o objetivo de analisar e avaliar o material produzido se fez uso da análise de conteúdo de Bardin, técnica interpretativa de dados. Conclui-se que através da implementação da proposta os resultados apresentados pelos estudantes no final da aplicação trouxe a Biologia e a Física de maneira integrada, mostrando que um trabalho ligado a vida cotidiana deles com um material que chame sua atenção produz um resultado positivo em termos de aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade, Física, Biologia.

Araranguá
Setembro de 2016

ABSTRACT

INTERDISCIPLINARITY BETWEEN PHYSICS AND BIOLOGY IN CLASSES OF 8th YEAR OF ELEMENTARY SCHOOL: POSSIBILITY FOR SCIENCE EDUCATION

Leciani Eufrásio Coêlho Varela

Supervisor:

Prof^a. Dr^a. Márcia Martins Szortyka

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

This work presents the implementation of a Didactic Sequence made from a Science Teacher's Material Support (Appendix A) to the theme of Vision. This theme was chosen because of the ease of relating physics and biology in an interdisciplinary approach. The results are for a class of 8th grade of elementary school in the municipality of Sombrio/SC. The intention was to analyze the possibility of interdisciplinarity between physics and biology for that content. In order to promote meaningful learning the application in the classroom made use of experiments, demonstrations, videos, texts, a poster and an eye model. To make the Science Teacher's Supporting Material was carried out a thorough study on the subject in various bibliographies. It is believed that the support material produced can be used by elementary school science teachers who wants to work with an interdisciplinary focus, as the proposal seeks to address the recommendations of the National Curriculum Standards for the Teaching of Science. In order to analyze and evaluate the material produced is made use of Bardin content analysis, which is an interpretive technical data. We conclude that the results presented by the students at the end of the application brought Biology and Physics in an integrated manner, showing that a didactic sequence connected with their everyday life draws their attention and produces a positive result in terms meaningful learning.

Keywords: Interdisciplinarity, Physics, Biology.

Araranguá
September 2016

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vídeos sobre os super-heróis	20
Figura 2. Pulverizando a luz com leite.	21
Figura 3. Independência dos raios luminosos.	22
Figura 4. Propagação retilínea da luz.	22
Figura 5. Observação do fenômeno de refração.	23
Figura 6. Maquete do olho humano e pôster.	24
Figura 7. Demonstração da formação de imagem.	26
Figura 8. Demonstração da formação da imagem no fundo do olho.....	27
Figura 9. Execução dos experimentos sobre lentes.	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Sequência de eventos do programa de atividades.....	16
Tabela 2. Categorias em relação a número de alunos (pré-teste e pós-teste): órgão do sentido.....	31
Tabela 3. Categorias em relação a número de alunos (pré-teste e pós-teste): reflexão.	32
Tabela 4. Categorias em relação a número de alunos (pré-teste e pós-teste): funcionamento do olho.	33
Tabela 5. Categorias em relação a número de alunos (pré-teste e pós-teste): formação de imagem na retina.....	34
Tabela 6. Categorias em relação a número de alunos (pré-teste e pós-teste): dois olhos.	34
Tabela 7. Categorias em relação a número de alunos (pré-teste e pós-teste): cores dos corpos.	35
Tabela 8. Categorias em relação a número de alunos (pré-teste): problemas de visão.	37

SUMÁRIO

Capítulo 1	Introdução	1
Capítulo 2	Revisão Bibliográfica	4
2.1	Interdisciplinaridade	4
2.2	Interdisciplinaridade e o Ensino de Ciências no Ensino Fundamental.....	8
Capítulo 3	Fundamentação Teórica.....	11
3.1	Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel	11
Capítulo 4	Procedimentos Metodológicos.....	14
Capítulo 5	Resultados e Discussões	19
5.1	Implementação da Sequência Didática.....	19
5.1.1	Aula 01	19
5.1.2	Aula 02	20
5.1.3	Aula 03	22
5.1.4	Aula 04	24
5.1.5	Aula 05	24
5.1.6	Aula 06	26
5.1.7	Aula 07	27
5.1.8	Aula 08	28
5.1.9	Aula 09	29
5.1.10	Aula 10	30
5.2	Análise de respostas	31
5.2.1	Análise de resposta: Pré-teste e pós-teste (questionário)	31
5.2.2	Análise das respostas: Grupo Focal.....	36
5.3	Análise da proposta implementada.....	38
Capítulo 6	Considerações Finais	41
Referências	43
Apêndice A	Material de Apoio ao Professor de Ciências	47
Apêndice B	Questionário: pré-teste.....	101
Apêndice C	Questionário: pós-teste	103
Anexo A	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	105

Capítulo 1

Introdução

O ensino de ciências vem passando por diversas transformações ao longo dos anos. Em meio a isso, a grande maioria dos docentes que atuam nessa área possuem formação em Ciências Biológicas, Física ou Química, transmitindo uma visão fragmentada do conhecimento. Nesse sentido, é relevante trabalhar os conceitos por temas de tal forma que haja uma riqueza de atividades com enfoque interdisciplinar para que haja uma melhor compreensão dos fenômenos naturais [CAMPELO 2011]. É “uma verdadeira integração entre as disciplinas de modo que as fronteiras entre elas tornem-se invisíveis para que a complexidade do objeto de estudo se destaque. Nesta visão interdisciplinar, o tema a ser estudado está acima dos domínios disciplinares” [AUGUSTO 2007].

A interdisciplinaridade é um processo que enfrenta a fragmentação, procurando entender o todo e a partir daí suas partes. Além disso, se observa que a Biologia, a Química e a Física são disciplinas que compõem a disciplina de Ciências do Ensino Fundamental e que em algumas séries essa divisão fica mais acentuada, como é o caso da Biologia do 6º ao 8º ano e da Química e Física no 9º ano [CAMPELO 2011]. Segundo Augusto [2007], os fatores que provocam um ensino disciplinar em sala de aula pode estar na formação específica do docente em uma área do conhecimento, como também na ausência de tempo para refletir, avaliar e implementar inovações educativas. De acordo com Bierhalz [2013],

“o que se percebe e que tem que ficar claro para os docentes que tiveram uma formação fragmentada, é que a prática interdisciplinar gera uma nova postura pedagógica e para obter resultados positivos é preciso formar alunos críticos e com uma compreensão realista do contexto”.

Além disso, Fazenda [1994, p. 82] afirma que um professor interdisciplinar precisa entender

“por atitude interdisciplinar, uma atitude diante de alternativas para conhecer mais e melhor; atitude de espera ante os atos consumados, atitude de reciprocidade que impele à troca, que impele ao diálogo – ao diálogo com pares idênticos, com pares anônimos ou consigo mesmo – atitude de humildade diante da limitação do próprio saber, atitude de perplexidade ante a possibilidade de desvendar novos saberes, atitude de desafio – desafio perante o novo, desafio em redimensionar o velho – atitude de envolvimento e comprometimento com os projetos e com as pessoas neles envolvidas, atitude, pois, de compromisso em construir sempre da melhor forma possível,

atitude de responsabilidade, mas, sobretudo, de alegria, de revelação, de encontro, de vida”.

É papel da equipe escolar selecionar as componentes curriculares, buscando metodologias que proporcionem integração entre as outras áreas do conhecimento. Na verdade, os temas abordados na disciplina de ciências estão de certa forma estabelecidos nos anos de ensino. Percebe-se uma correlação entre o que é ensinado com as propostas trazidas pelos livros didáticos, conseqüentemente propiciando uma abordagem fragmentada. Isso acontece, muitas vezes, porque o professor idealiza que os livros didáticos trazem versões adaptadas das propostas pedagógicas e do conhecimento científico. É importante que as propostas pedagógicas do professor estejam adequadas às tendências inovadoras, superando a mera transmissão de conhecimentos e tornando o processo de ensino-aprendizagem mais interessante. Desse modo o aluno tem participação ativa na construção do conhecimento [SOARES 2012].

A interdisciplinaridade proporciona condições para uma melhor qualidade de ensino, pois possibilita uma formação integral do indivíduo, tornando-o capaz de produzir novos saberes, suficientes para facilitar um bom entendimento da realidade social. O aluno deve ser desafiado a solucionar problemas, não sendo um mero receptor de informações e sim encaminhado para além do conhecimento estático [SAUCEDO 2013].

O ensino fundamental, mais especificamente o ensino de Ciências Naturais, deverá contribuir para o desenvolvimento de capacidades como:

“Compreender a natureza como um todo dinâmico, sendo o ser humano parte integrante e agente de transformações do mundo em que vive; identificar relações entre conhecimento científico, produção de tecnologia e condições de vida, no mundo de hoje e em sua evolução; saber utilizar conceitos científicos básicos, associados a energia, matéria, transformação, espaço, tempo, sistema, equilíbrio e vida; valorizar o trabalho em grupo, sendo capaz de ação crítica e cooperativa para a comunidade para a construção coletiva do conhecimento; compreender a tecnologia como meio para suprir necessidades humanas, distinguindo usos corretos e necessários daqueles prejudiciais ao equilíbrio da natureza e ao homem” [BRASIL 1998, p. 31].

Além disso, contribui para uma educação que estimule o senso crítico do aluno, tornando-os conscientes e capacitando-os à realizações de ações práticas e a tomar decisões [SILVA 2011].

É tema de trabalho a integração de conteúdos. Como exemplo, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de Ciências da Natureza sugere uma proposta interdisciplinar através dos órgãos dos sentidos:

“propõem-se, por exemplo, investigações sobre os órgãos dos sentidos e a sensibilização dos receptores pelo meio externo, seu funcionamento interno, sua integração por meio do sistema nervoso, os desvios ou mau funcionamento e a correção por meios tecnológicos (lentes, aparelhos para surdez), as condições para manutenção da saúde. [...] Alguns conhecimentos fundamentais da Química são abordados nas investigações e descrições relativas ao paladar e olfato. [...] Experimentações acompanhadas de hipotetização, leituras informativas, entrevista com agentes de saúde e registros (tabelas, gráficos, relatórios, texto informativo acompanhando maquete ou cartaz) são procedimentos adequados para trabalhar em conjunto com esses conceitos”[BRASIL 1998, p. 118].

Diante do acima exposto, este trabalho tem como objetivo elaborar um Material de Apoio ao Professor de Ciências sob a ótica interdisciplinar entre Física e Biologia, propor uma sequência didática a partir desse material, utilizando-a em uma turma de 8º ano do município de Sombrio/SC e por fim, avaliar a qualidade do material recorrendo às falas dos estudantes para investigar se houve indícios de integração entre Biologia e Física.

Almeja-se contribuir com a abordagem dos conteúdos de Ciências no ensino fundamental, dando ênfase para a importância de uma integração de diferentes áreas da ciência.

Capítulo 2

Revisão Bibliográfica

2.1 Interdisciplinaridade

A interdisciplinaridade chegou ao Brasil no final da década de 60, exercendo influência na elaboração da Lei de Diretrizes e Bases N° 5.692/71. Atualmente tem se intensificado com a nova LDB n° 9.394/96 e com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Ela surgiu em resposta à reivindicações estudantis, na década de 60, buscando interligar questões de ordem social, política e econômica, na França e na Itália [CARLOS 2008].

A interdisciplinaridade se desenvolve na crítica das fronteiras das disciplinas, proporcionando renovação e mudança. Dessa forma, é necessário explorar as disciplinas, com o propósito de obter o conhecimento integrado, buscando que cada disciplina saia enriquecida. Para isso, existe a necessidade de romper a fronteira entre disciplinas. Nessa perspectiva, cabe ao professor o desafio de construir propostas que busquem superar essa hierarquização de modo fragmentado. A interdisciplinaridade se dá na interação de duas ou mais disciplinas permitindo diálogos e intercâmbio entre as disciplinas envolvidas no processo, a fim de um fortalecimento entre elas. Isso requer alteração de hábitos na compreensão do conhecimento entre professores e alunos [SAUCEDO 2013].

Desse modo, a interdisciplinaridade é uma conexão entre as disciplinas e as mais variadas áreas. Sua utilização permite inovação e dinâmica, ampliando a aprendizagem e integrando as disciplinas, mas mantendo sua individualidade. Portanto, não é uma diluição de disciplinas, se trata de uma comunicação entre diferentes áreas do saber num processo histórico e cultural. É uma temática entendida como uma maneira de se trabalhar em sala de aula, em que se propõe uma questão em comum para diferentes disciplinas. Algo inovador que possibilita ultrapassar o pensar fragmentado, buscando investigar para obtenção do saber [BONATTO 2012].

Quando falamos em interdisciplinaridade, estamos falando em diferentes níveis de interação entre disciplinas ou áreas do saber. Para distinguir os diferentes níveis de interação criaram-se os termos multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade [CARLOS 2008]. De acordo com Lapa [2011] a multidisciplinaridade é caracterizada pela ação simultânea de várias disciplinas

em torno de um tema em comum, porém não existe relação e cooperação entre os conhecimentos disciplinares. Na pluridisciplinaridade há interação entre os conhecimentos disciplinares, porém não ocorre coordenação, ou seja, não há nenhum tipo de hierarquia entre eles. A interdisciplinaridade possui coordenação e interação entre as disciplinas do conhecimento. É caracterizada por ter um nível hierárquico superior que coordena as ações disciplinares. Desse modo, deve ser organizada e articulada voluntariamente e coordenada por ações disciplinares orientadas por um interesse em comum. Por último tem-se a transdisciplinaridade, que trata de um nível de integração disciplinar superior a interdisciplinaridade. É uma espécie de integração de todas as disciplinas [CARLOS 2008].

Segundo Lapa [2011], existem cinco formas de relações interdisciplinares, elaboradas por Heinz Heckhausen. São elas:

- Interdisciplinaridade heterogênea: uma espécie de enciclopedismo, constituída na totalidade de informações emergente de diversas disciplinas. Exemplo: professores de primário;
- Pseudo-interdisciplinaridade ou metadisciplinaridade: modelo teórico ou marco conceitual aplicado para trabalhar outras disciplinas. Exemplo: a Física, no século XIX, reinava como absoluta entre as ciências, seu modelo era perfeito. No século XX o modelo é referente à Biologia [CARLOS 2008];
- Interdisciplinaridade auxiliar: uma disciplina se apropria dos métodos ou procedimentos de outra disciplina. Exemplo: pedagogia recorrendo à psicologia;
- Interdisciplinaridade compósita: reúne várias especificidades para encontrar soluções buscando resolver os problemas. Exemplo: fome, guerra, poluição e etc;
- Interdisciplinaridade unificadora: conexão estreita dos domínios de estudos das disciplinas. Exemplo: Biofísica.

De acordo com Bierhalz [2013] para que haja um ensino interdisciplinar é necessário que as áreas do conhecimento conversem entre si, sem individualismo. A interdisciplinaridade não surge do nada e nem revela-se sozinha, para isso é preciso que as disciplinas se relacionem, claro que ora com maior e ora com menor facilidade.

O ensino não deve ser pautado na quantidade de conteúdos, mas ser inovador variando suas técnicas de ensinar na busca por qualidade. O docente deve ensinar para a

vida, ou seja, para o convívio em sociedade, valorizando as questões sociais [BONATTO 2012].

Segundo Augusto [2004], os docentes devem ser os principais organizadores dessa prática interdisciplinar, estando pautada na interação entre as disciplinas, dando ao aluno uma visão global de mundo. É a relação entre as partes e o todo que dão suporte para aquisição dos conceitos. Logo, a interdisciplinaridade depende da prática disciplinar, em virtude de não poder existir sem ela.

O autor acima ainda afirma que muitos docentes encontram dificuldades de trabalhar em projetos de caráter interdisciplinar, em virtude de terem sido formados dentro de uma visão fragmentada do conhecimento. De acordo com Bierhalz [2013] existem barreiras na formação de professores interdisciplinares, desse modo o mesmo se sente inseguro em sua tarefa, em virtude de toda sua formação realizar-se disciplinarmente. Se em um curso de formação de professores, os docentes se comportarem de forma não interdisciplinar os discentes não apresentarão postura interdisciplinar, em virtude desses, muitas vezes se espelham nos seus professores. É necessário a desfragmentação do saber, unindo as partes. A aprendizagem da docência se constrói continuamente na prática do professor em sala de aula. Para Augusto [2007] ao professor cabe uma postura diferenciada, planejando, desenvolvendo e fazendo um acompanhamento contínuo do material didático.

Para Bonatto [2012], a construção do conhecimento é influenciada pelo meio ambiente, pelos meios de comunicações, ambiente escolar, entre outros. É indispensável que o docente leve para salas de aula problemas atuais, explorando as ideias e refletindo sobre a realidade. A interdisciplinaridade pode ser introduzida no plano de trabalho de um professor que trabalha uma ou mais disciplinas, ou ainda, ser um projeto que envolva dois ou mais professores.

As disciplinas escolares são resultados de seleções arbitrárias do saber, que foi historicamente construído. A interdisciplinaridade não cria novas disciplinas, mas se beneficia de diversos saberes para resolver um problema em comum em diferentes olhares. Essa integração deve partir da necessidade da escola, professores e alunos em explicar algo com atenção de mais um olhar. Cabe ao professor intervir e provocar nos alunos avanços que não ocorreriam espontaneamente. O professor é um mediador da aprendizagem capaz de lançar desafios para que os alunos possam enfrentá-los [BONATTO 2012].

A necessidade de integrar as disciplinas contextualizando os conteúdos já se tornou consenso entre os professores e pesquisadores da educação. A construção de um trabalho interdisciplinar nas escolas ainda hoje encontra muitas dificuldades, apesar da interdisciplinaridade estar presente nos documentos oficiais e no meio escolar [AUGUSTO 2007].

Na busca pela melhoria do ensino e aprendizagem se parte do todo em direção as partes, fazendo sempre relações no processo. A interdisciplinaridade não possui um caminho único, existe uma importante troca entre as áreas do conhecimento, integrando a disciplinas. Não se deve desprezar a interdisciplinaridade em sala de aula, todo conhecimento mantém um diálogo com outros conhecimentos, sendo este de negação, questionamentos, ampliação e até mesmo complementação do saber [BIERHALZ 2013]. Segundo Augusto [2007], o trabalho interdisciplinar busca formar alunos com uma visão global de mundo, capazes de articular e contextualizar os conhecimentos adquiridos.

O ensino interdisciplinar necessita de uma pedagogia apropriada num processo integrador, pensando na relação de disciplinaridade e interdisciplinaridade por trajetos bem definidos. Para alcançar o sucesso é preciso que o grupo docente tenha um bom relacionamento e comprometimento, pois é necessário uma construção coletiva. Esse tipo de trabalho pressupõe uma ruptura à prática escolar tradicional, objetivando a formação integral do aluno a fim de superar a fragmentação do ensino, na busca por uma visão global do mundo. Esse processo de transformação escolar supõe uma revisão do que é ensinado em sala de aula pelo professor. Portanto, cabe a ele construir e pensar na prática, inovando e atualizando suas aulas para uma melhor qualidade de ensino. O professor deve utilizar práticas metodológicas e estratégias que dinamizam a aula, envolvendo os alunos pelo modo que contextualiza e organiza seu trabalho na busca pelo desenvolvimento intelectual do educando. O discente será capaz de perceber que o mundo é composto por vários fatores e que sua soma forma uma complexidade [BONATTO 2012].

2.2 Interdisciplinaridade e o Ensino de Ciências no Ensino Fundamental

Antigamente, a escola era praticamente o único lugar onde se encontrava informação. Matricular a criança na escola possuía grande significado para família, pois o saber escolar era extremamente valorizado. Isso se modificou ao longo dos anos devido à massificação do ensino, e mais recentemente, pelo avanço tecnológico que garante acesso à informação de maneira quase ilimitada. Mesmo assim a escola segue tendo papel fundamental, pois acesso a informação não garante aprendizado. A relação entre a sociedade e a escola mudou muito. Os estudantes estão descompromissados com seus deveres escolares e os pais estão descrentes com o papel da escola. Muitos estudantes frequentam a escola devido a “benefícios” dados pelo governo [SOARES 2012].

O autor acima afirma que o desafio da escola está em despertar a vontade de estudar para que o estudante seja ativo na busca do conhecimento. O que se espera é justamente a qualidade dos conteúdos abordados, o ensino desconectado com o mundo do aluno não o faz compreender e entender seus fenômenos.

O que se observa no cotidiano escolar é que os conteúdos são passados no quadro, o professor utiliza como material de apoio o livro didático com pouca ligação com o cotidiano do aluno e sem contextualização com outras áreas do saber, que para o docente vai além da sua formação. Segundo Saucedo [2013] a falta de tempo e o escasso conhecimento sobre o assunto não dão segurança para realização de um bom trabalho interdisciplinar. Esse empecilho acontece pelas precárias condições de trabalho em virtude de uma grande carga horária em sala de aula com baixa remuneração. Com isso, os docentes não possuem tempo hábil para discutir e pensar em um projeto nessa linha. Esse tipo de trabalho envolve muita pesquisa por parte dos envolvidos, a parceria é indispensável no processo educacional.

O ensino de ciências, do 6º ao 9º ano no Ensino Fundamental aparece em forma de campos especializados do saber: Biologia, Química e Física. Em grande maioria, com excesso de informações que não contribuem de forma significativa a competências sociais do indivíduo. A Biologia, a Química e a Física no Ensino Fundamental são apresentadas de maneira empobrecida e reduzida em relação ao que é visto no Ensino Médio. Como resultado, uma inexistente relação entre a teoria e a prática, deixando a ciência de forma abstrata [LIMA 1999].

O Ensino Fundamental contempla as séries iniciais, do 1º ao 5º ano, e os anos finais, do 6º ao 9º ano. Embora os Parâmetros Curriculares Nacionais para esse nível de ensino e a Lei de Diretrizes Curriculares de 96 (LDB/96) apresentem um ensino integrado e não disciplinar, atualmente o ensino de ciências se caracteriza por uma fragmentação de forma disciplinar. Além disso, o ensino de Química e Física é observado apenas no 9º ano de forma dividida, ou seja, um semestre se trabalha Química e no outro Física. Dessa maneira, tais disciplinas são trabalhadas apenas no último ano do Ensino Fundamental, sendo esquecidas no decorrer das outras séries. É necessário que o professor perceba os vários fenômenos decorrentes de fenômenos físicos, químicos e biológicos. Vários conceitos estão implícitos em outras séries de ensino, basta que o docente trabalhe com eles. Nesse sentido, os alunos não conseguem fazer relações entre conceitos para uma melhor aprendizagem, estabelecendo relações entre o mundo a sua volta. A esse problema se destaca a formação dos professores que atuam no ensino de ciências, que por insegurança em determinadas áreas dedicam-se apenas a sua área de atuação (Biologia, Química ou Física) [KOTOWSKI 2013].

Na maioria dos livros didáticos do 9º ano existem unidades exclusivas que tratam conteúdos de Química e Física. Essa divisão é consequência do modelo tradicional de ensino, ao qual a única preocupação é a recepção e transmissão de informações. Os conteúdos da física e da química são desvinculados de qualquer assunto estudado em ciências [MILARÉ 2010].

Desse modo, no 9º ano, o professor dá aula de duas ciências: Química e Física, separando o ano letivo em dois semestres ao qual em cada um trabalha uma área do saber. O ensino de Física baseia-se em temas clássicos, como Mecânica, Ondulatória, Óptica, Eletricidade e Magnetismo. Vinculado a esses temas está o uso demasiado de equações, o que leva o aluno a uma estreita relação entre Física e Matemática de maneira descontextualizada com o seu cotidiano. É imprescindível que os assuntos abordados despertem o interesse do aluno. Desse modo, o ensino deve tentar romper com essa fragmentação, relacionando os diversos temas de estudo. É fundamental que a escola e o professor promovam questionamentos, debates e investigações que visem o desenvolvimento da ciência de modo histórico e prático, fugindo de memorizações sem sentido ao aluno [SOARES 2012].

Com apresentação da Química e da Física apenas no último ano do Ensino Fundamental, os conteúdos abordados possuem uma abordagem superficial e simplista, em virtude do excesso de conteúdos a serem trabalhados. Na verdade, o que se esperaria

é haver uma relação dos conhecimentos que envolvem Química e Física com os demais tópicos de ensino, não remetendo apenas ao 9º ano, como uma forma de preparação para o Ensino Médio. A inserção da Química e da Física apenas no último ano do Ensino Fundamental, em virtude do pouco tempo, não acarreta numa boa significação dos conceitos pelos estudantes. O ensino de Ciências é uma área do conhecimento que abrange a Biologia, a Química e a Física de maneira integrada. Cabe ao docente perceber a presença de diferentes conteúdos em uma única temática. Há necessidade de um olhar atento na formação inicial e continuada do professor. O professor carrega a responsabilidade de formar cidadãos críticos e pensantes fora da sala de aula [KOTOWSKI 2013].

Capítulo 3

Fundamentação Teórica

3.1 Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel

Nos primórdios das teorias de aprendizagem, os psicólogos pensavam o ser humano como um ser que poderia ser moldado. A teoria behaviorista, por exemplo, entendia a aprendizagem como um conjunto de estímulos que eliciavam certas respostas (medidas através do comportamento do indivíduo). As teorias de aprendizagem modernas não falam mais sobre estímulos e respostas, e sim como tornar o processo de ensino e aprendizagem eficaz de maneira que a aprendizagem se torne duradoura. Hoje, muitos estudiosos, buscam uma educação baseada na aprendizagem significativa e na evolução conceitual [MOREIRA 1997].

A teoria da aprendizagem significativa não é nova, muitos educadores a utilizam por ser uma teoria diferenciada de ensinar determinado conteúdo. Nesta, o aluno relaciona os novos conceitos com aqueles que ele já possui, ou seja, ensinar passa a ser uma troca, uma negociação de significados, em que um novo conhecimento se relaciona de maneira não literal em que o educando não reproduz tudo aquilo que aprendeu, mas atribui significados de acordo com sua estrutura cognitiva e produz novos conhecimentos; e não arbitrária, dessa maneira a interação não é com qualquer ideia prévia, mas com algum conhecimento especificamente relevante já existente para o sujeito que aprende [DAMASIO 2013].

Quando o novo conhecimento é armazenado de maneira arbitrária e literal, a aprendizagem é dita mecânica, a nova informação não interage com a estrutura cognitiva do educando. Em virtude disso o sujeito é capaz de reproduzir exatamente aquilo que lhe foi “ensinado” [MOREIRA 2012].

Para facilitar a aprendizagem significativa Ausubel propõe quatro princípios para aplicação de conteúdos: diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, organização sequencial e consolidação [MOREIRA 1997].

A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados às ideias e conceitos mais gerais e inclusivos de um determinado conteúdo. Desse modo, depois que as ideias gerais são apresentadas ao sujeito é que os conceitos mais específicos são trabalhados e são progressivamente diferenciados nas suas particularidades. Já a reconciliação integrativa consiste em eliminar diferenças

aparentes e resolver inconsistências, ou seja, saber explorar relações entre ideias e os novos conhecimentos, a fim de apontar diferenças e similaridades [DAMASIO 2013].

Nos princípios de diferenciação e reconciliação, o assunto da matéria não é unidirecional, podendo o aluno voltar várias vezes à ideia inicial. É um caminho de dois sentidos ou até vários, em virtude do conhecimento ser formado por várias ramificações. Isso é totalmente oposto à aprendizagem mecânica em que o ensino é baseado em uma única direção [MOREIRA 1997].

A organização sequencial é o princípio pelo qual deve-se sequenciar os tópicos ou conteúdos de estudo da maneira mais coerente possível, de modo hierárquico. Outro aspecto importante é o domínio do que está sendo estudado, antes que novos assuntos sejam trabalhados para que seja possível ocorrer então a consolidação.

Existem ainda duas condições para que a aprendizagem significativa aconteça [AUSUBEL 2003]:

1. O material de aprendizagem (livros, vídeos, por exemplo) deve ser potencialmente significativo, isto é, deve estar relacionado com a estrutura cognitiva do educando;
2. O aprendiz precisa apresentar predisposição em aprender, possuindo conhecimentos prévios relevantes com os quais esse material possa estar relacionado. Não é necessário exatamente gostar da matéria, mas saber relacionar (diferenciando e integrando) os novos conhecimentos com os conhecimentos prévios, modificando-os.

Há também uma estratégia proposta por Ausubel para manipular a estrutura cognitiva do aluno facilitando a Aprendizagem Significativa, chamada de organizador prévio. É uma estratégia utilizada para introduzir e apresentar o material de aprendizagem, sendo mais geral e inclusiva, podendo ser caracterizada por uma situação-problema, um filme, uma demonstração, uma leitura introdutória, dentre outros. Este material introdutório é apresentado antes do material instrucional, servindo como ponte entre o conhecimento prévio do educando e o novo conhecimento que se pretende que o aluno aprenda [DAMASIO 2013].

Vale ressaltar que quando o aluno não possui nenhum conhecimento prévio sobre um conteúdo, a aprendizagem mecânica se torna necessária antes da significativa. A passagem da aprendizagem mecânica para a significativa não ocorre de maneira automática, põem virtude de existir uma dependência da predisposição em aprender e da mediação do professor, ocorrendo de forma progressiva [AUSUBEL 2003].

A linguagem também é essencial para facilitar a aprendizagem significativa. Ao apresentar os conceitos, se o professor utiliza uma linguagem inapropriada, isso pode se tornar um empecilho no processo de ensino e aprendizagem. Diversos fatores contribuem para isso, como os termos técnicos, o fato de utilizar mais equações para uma determinada disciplina do que a linguagem verbal, uma turma cheia de alunos e a voz do professor nem mesmo atinge todos os envolvidos, a falta de diálogo entre o professor e o aluno, entre outros [MOREIRA 2003].

Além disso, de acordo com Moreira [2012], a aprendizagem significativa depende mais de uma nova postura docente e de uma nova diretriz escolar, do que de novas metodologias e modernas tecnologias de informação e comunicação. Outro aspecto importante está na maneira de avaliar. Não adianta promover a aprendizagem significativa se for aplicar avaliações baseadas em questões que possuem uma única resposta possível, o “certo” ou “errado” em que o professor possui um gabarito imutável. Essa forma de avaliação é produto de uma aprendizagem mecânica, e o aluno acaba não compreendendo os significados das proposições, conceitos, etc. A avaliação da aprendizagem significativa implica em outro enfoque, em que se propõem situações novas, onde o aluno produz conhecimento, requerendo máxima transformação do conhecimento adquirido, afinal, a aprendizagem não é de forma literal. Essa é uma maneira de evitar uma simulação da aprendizagem significativa.

Portanto, pode-se dizer que o fator fundamental que permite a mente humana aprender é o conhecimento prévio. Esta é a premissa básica de toda teoria. Muitas teorias construtivistas estão mais voltadas ao desenvolvimento cognitivo, enquanto que a teoria da Aprendizagem Significativa se ocupa da aquisição significativa de um corpo organizado de conhecimentos em situação formal de ensino e aprendizagem [MOREIRA 2012].

Capítulo 4

Procedimentos Metodológicos

A presente pesquisa apresenta um caráter qualitativo, por não haver quantificação dos dados. Dessa maneira, se objetiva produzir informações, tentando entender o porquê dos fatos de acordo com a perspectiva dos próprios sujeitos participantes [GERHARDT 2009]. Além disso, trata-se de uma pesquisa-ação de caráter descritivo, ao qual todos estão envolvidos na situação de modo cooperativo ou participativo [THIOLLENT 1988], observando, registrando e analisando um determinado acontecimento [GERHARDT 2009].

O primeiro passo dessa pesquisa foi construir um material de apoio para o professor de Ciências que atua no ensino fundamental II. Para tal, fez-se uma revisão bibliográfica em diversos artigos, livros de ensino superior e médio que abordavam sobre o sentido da visão. Em seguida, utilizando as informações obtidas foi elaborada uma estrutura didática contendo textos extraídos de revistas eletrônicas integrando o sistema visual a fenômenos físicos pertinentes a esse estudo, experimentos e sugestões de links de internet para pesquisa, simulações e vídeos, além de um texto de apoio sobre conceitos envoltos ao tema. Durante a elaboração do material houve a preocupação em trazer conceitos claros e precisos ligados à realidade dos indivíduos, como também apresentar uma coerência ao longo do corpo do texto seguindo uma sequência progressiva dos conceitos. Baseando-se no PCN de Ciências se tentou incorporar ao material de apoio produzido conceitos de Biologia e Física sobre o conteúdo de visão de modo interdisciplinar.

Após, foi desenvolvida uma sequência didática utilizando o *Material de Apoio ao Professor de Ciências* (Apêndice A), cujo conteúdo conceitual foi o sentido da visão.

A aplicação da sequência didática ocorreu no primeiro semestre de 2016, em uma escola da esfera municipal em Sombrio/SC. A escola possui uma ampla estrutura, atendendo os alunos da educação infantil até as séries finais do ensino fundamental. Os dados foram coletados em um grupo de estudantes do 8º ano do ensino fundamental, do turno vespertino. A presente turma possui dezoito alunos e todos participaram ativamente das tarefas propostas.

As aulas foram ministradas em dez encontros distribuídos em aproximadamente quarenta e cinco minutos nas terças-feiras e trinta e cinco minutos nas quartas-feiras. O

planejamento caracterizou-se pela flexibilidade, sendo organizado de forma gradativa, conforme o desenvolvimento da turma.

Durante as aulas foram utilizados experimentos, vídeos, leitura de textos, resoluções de questões, um pôster e uma maquete do olho humano. A Tabela 1 apresenta os eventos e atividades desenvolvidas ao longo da proposta pedagógica.

Aulas ministradas	Procedimentos
<p style="text-align: center;">Aula 1 Duração: 45 minutos (terça-feira) Local: Sala de aula e auditório</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificar as concepções alternativas dos alunos acerca do tema visão por meio de um questionário (Apêndice B). ✓ Apresentação de vídeos referentes aos poderes dos super-heróis que emitem raios de luz pelos olhos. ✓ Leitura do texto: poderes à prova. ✓ Diálogo sobre o vídeo e a leitura.
<p style="text-align: center;">Aula 2 Duração: 45 minutos (terça-feira) Local: Sala de aula</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Introdução do conteúdo através da história da ciência. ✓ Aula expositiva e dialogada sobre fontes primária e secundária, reflexão e óptica geométrica. ✓ Execução e discussão dos experimentos: <ol style="list-style-type: none"> 1. Pulverizando a luz; 2. Propagação da luz; 3. Raios luminosos (executado pelo professor).
<p style="text-align: center;">Aula 3 Duração: 35 minutos (quarta-feira) Local: Sala de aula</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Revisão da aula anterior. ✓ Diálogo tentando verificar as concepções alternativas sobre a formação de imagens no olho e suas componentes. ✓ Execução e discussão dos experimentos: <ol style="list-style-type: none"> 1. Vendo dobrado; 2. Mágica.
<p style="text-align: center;">Aula 4 Duração: 45 minutos (terça-feira) Local: Sala de aula</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Revisão da aula anterior. ✓ Discussão sobre o tema: olho humano. ✓ Discussão do papel da retina e do cérebro.
<p style="text-align: center;">Aula 5 Duração: 45 minutos (terça-feira) Local: Sala de aula</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Confecção, execução e discussão do experimento: câmara escura. ✓ Demonstração e manipulação: Dentro do olho.
<p style="text-align: center;">Aula 6 Duração: 35 minutos (quarta-feira) Local: Sala de aula</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Demonstração e manipulação: câmara escura com lente. ✓ Execução e discussão do experimento: ponto cego.
<p style="text-align: center;">Aula 7 Duração: 45 minutos (terça-feira) Local: Sala de aula</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Revisão da aula anterior. ✓ Discussão do porque os seres humanos e outros animais possuem dois olhos e não apenas um. ✓ Execução e discussão do experimento: alvo. ✓ Discussão sobre lentes.
<p style="text-align: center;">Aula 8 Duração: 45 minutos (terça-feira)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Confecção, execução e discussão dos experimentos:

Local: Sala de aula	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ampliando os objetos; 2. Desviando a luz. <ul style="list-style-type: none"> ✓ Diálogo sobre os problemas de visão. ✓ Leitura do texto: cuide de seus olhos.
<p style="text-align: center;">Aula 9</p> <p style="text-align: center;">Duração: 35 minutos (quarta-feira) Local: Auditório</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Revisão da aula anterior. ✓ Apresentação do vídeo referente a formação do arco-íris. ✓ Discussão sobre as cores dos corpos. ✓ Análise demonstrativa do experimento: <ol style="list-style-type: none"> 1. Disco de Newton. ✓ Diálogo sobre daltonismo. ✓ Apresentação de vídeos referentes ao daltonismo.
<p style="text-align: center;">Aula 10</p> <p style="text-align: center;">Duração: 35 minutos (quarta-feira) Local: Sala de aula</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Avaliação acerca dos conhecimentos adquiridos pelos estudantes durante a realização da pesquisa na escola.

Tabela 1. Sequência de eventos do programa de atividades.

Ao longo deste estudo, utilizou-se como instrumento de coleta de dados questionários antes (pré-teste) e depois (pós-teste) da intervenção de aulas ministradas utilizando o *Material de Apoio ao Professor de Ciências* (Apêndice A), registros escritos num diário de campo, contendo informações sobre observações, acontecimentos, reflexões e comentários sobre as aulas e entrevista na forma de grupo focal. O objetivo foi trabalhar os conceitos de modo a ter visões/pensamentos diferenciados, em relação ao conhecimento e ao material utilizado, na busca pela interdisciplinaridade entre as disciplinas de Biologia e Física.

Desse modo, o uso de questionários buscou verificar opiniões e interesses individuais e em grupo, permitindo ao estudante responder livremente em sua linguagem própria [CHAER 2012]. Nesta etapa, foi possível investigar os “conhecimentos que os alunos carregam consigo” [ALEGRO 2008], ou seja, seus conhecimentos prévios, sendo este um dos fatores que mais influencia a aprendizagem [AUSUBEL 1980]. Já o diário de campo auxiliou no registro de observações e reações dos discentes a cerca do desenvolvimento das aulas [ZACCARELLI 2010].

No que diz respeito ao grupo focal, este por intermédio da vivência, proporcionou integração, descobertas, participação e descontração para que os indivíduos respondessem às questões, gerando possibilidades contextualizadas pelo próprio grupo [RESSEL 2008]. De acordo com este autor, essa técnica é utilizada frequentemente nas áreas de Antropologia, Ciências Sociais, Mercadologia e Educação. É apropriada para pesquisas qualitativas, ao qual exploram um foco.

Segundo Gomes [2003], o tamanho do grupo é algo relevante, não podendo exceder o número de 10 pessoas se o tema for polêmico, devido a dificuldade de controle. Sendo assim, o número de integrantes foi pensado em relação aos objetivos da

investigação, totalizando dois grupos focais contendo nove alunos cada. Nesse sentido, se buscou a máxima atenção a fim de permitir que a discussão fluísse, apenas intercedendo para introduzir novas questões e facilitar o processo. Utilizou-se um roteiro para conduzir a entrevista. Esta foi dividida em dois momentos de avaliação: O primeiro tentou avaliar o material utilizado na proposta. Já o segundo buscou avaliar a evolução conceitual dos estudantes, observando se houve integração entre as áreas de Biologia e Física. Sob tal enfoque, foram dadas as seguintes orientações aos estudantes: apenas uma pessoa poderia falar de cada vez, todos deveriam participar, evitando discussões paralelas e monopolização da discussão por um dos participantes, sendo que todos possuíam o direito de expressar sua opinião.

A técnica do grupo focal está apoiada na explanação de atividades grupais [GONDIM 2009]. Dessa forma, a entrevista precisou ser direcionada, facilitando o processo da discussão. A opinião de cada estudante foi levada em consideração, porém se uma opinião foi colocada pela maioria dos integrantes, mesmo não sendo aceita por todos os participantes, para efeito da análise, foi assumida como a do grupo.

Quanto à organização dos dados obtidos, foi utilizado a análise de conteúdo de Bardin, entendida como um “instrumento de análise interpretativa” [OLIVEIRA 2003]. Esta se caracteriza por uma das técnicas de pesquisa mais antiga, já que “como se sabe, a atitude interpretativa faz parte do ser humano que deseja atingir o conhecimento” [OLIVEIRA 2003]. Desse modo, entende-se por análise de conteúdo um conjunto de técnicas de análise de comunicações [BARDIN 1977], que se “presta a analisar diferentes fontes de conteúdos (verbais e não verbais)” [SILVA 2015].

Segundo Bardin [1977], a condução da análise de conteúdo envolve algumas etapas, na busca por conferir significação dos dados coletados. Para tal, essas etapas foram organizadas da seguinte maneira:

- Pré-análise: compreende da leitura exaustiva do material eleito para análise;
- Exploração do material: consiste no recorte das unidades de registros. Desse modo, as palavras chaves são identificadas, realizando a categorização;
- Interpretação: entende-se por captar e interpretar os dados contidos no material coletado, de modo a identificar e agrupar os temas correlatados na categoria estabelecida.

Sendo assim, se optou pelo uso dessa análise temática, pois é uma técnica que se adéqua à investigação qualitativa. Para isso, os dados coletados foram classificados em categorias de respostas. Essas foram criadas em virtude das respostas elaboradas pelos

estudantes, do nível cientificamente aceito, com respostas bem elaboradas até as formulações menos elaboradas.

A esse respeito, Bardin [1977] traz que categorizar é uma operação de classificação de elementos em virtude de alguns critérios previamente estabelecidos. Desse modo, não se trata de uma tarefa fácil, pois implica investigação, idas e vindas ao que possuem em comum, a fim de permitir o seu agrupamento. Assim sendo, ainda para esse autor, uma boa categoria manifesta: a exclusão mútua, a homogeneidade, a pertinência, a objetividade e fidelidade e a produtividade.

Nesse processo, as categorias foram criadas a partir das regularidades das respostas dadas pelos estudantes, se baseando na evolução conceitual e se aproximando ao que hoje é cientificamente aceito pela comunidade científica. Para tal, foram criadas quatro categorias do exame feito no pré-teste e pós-teste através do uso do questionário e também pelo grupo focal.

Para atingir o objetivo pretendido se atribuiu a nomenclatura de A, B, C e D as categorias de análise. A categoria A representa respostas dadas pelos estudantes de maneira correta, ou seja, aquelas que são aceitas pela comunidade científica. A categoria B se caracteriza por respostas pensadas de maneira correta, porém incompletas. A categoria C traz referência ao senso comum. Nesse sentido, o estudante dá noções corretas, porém ligados a fatos errôneos. E por último a categoria D, ao qual indica uma resposta incoerente, sem muitas justificativas e literalmente ligada ao senso comum.

Capítulo 5

Resultados e Discussões

5.1 Implementação da Sequência Didática

Este relato é referente às dez aulas ministradas no primeiro semestre de 2016 numa escola pública do município de Sombrio/SC. Para facilitar a descrição foi dada a cada participante uma identificação constituída pela letra E, de estudante, acompanhada por um número de 1 a 18. Além das atividades individuais, foram realizadas algumas atividades em grupo, contendo 2 ou 3 alunos. No decorrer dessa descrição, serão relatadas em mais detalhes as atividades contidas na Tabela 1, assim como algumas falas dos estudantes, quando as atividades aconteciam individualmente e em grupo. É válido salientar que todas as atividades realizadas foram preparadas utilizando o *Material de Apoio ao Professor de Ciências*, contida no Apêndice A.

5.1.1 Aula 01

Nesta aula os alunos ficaram cientes de que nas próximas dez aulas seria desenvolvida uma proposta pedagógica referente ao tema de Mestrado da professora. Foram informados que, mesmo sendo obrigatória a participação deles (uma vez que se tratavam de aulas do período letivo) a permissão para que a professora utilizasse os dados colhidos eram facultativa. Como todos eram menores de idade necessitavam de um consentimento dos responsáveis. Dessa maneira, todos foram orientados a levar para casa um TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – Anexo A), para que seus responsáveis assinassem autorizando sua participação na coleta de dados. Além disso, foi esclarecido que todos deveriam ficar à vontade para falar e fazer perguntas. A princípio, os alunos se mostraram receptivos à proposta apresentada.

Ao fim da apresentação da proposta, a aula foi iniciada solicitando aos estudantes o preenchimento de um questionário (Apêndice B), cuja intenção era verificar as concepções alternativas deles sobre o tema visão.

Para introdução do conteúdo foi feita a apresentação de dois vídeos (Figura 1) de pequena duração que tratam dos poderes de dois super-heróis: super-homem (liga da justiça) e cíclope (X-men). O objetivo desses vídeos foi mostrar a radiação que sai dos olhos desses super-heróis e com isso questionar os alunos sobre a possibilidade de existir uma pessoa dita “normal” emitir radiação pelos olhos como os super-heróis

apresentado nos vídeos. Além do vídeo, foi distribuído um texto que tratava da visão do super-homem. Após a leitura, foi realizada uma discussão sobre o assunto, onde surgiram algumas questões levantadas pelos estudantes, como por exemplo, as dos estudantes E13 “*só o gato emite luz através dos olhos no escuro?*” e E2 “*tem como isso acontecer?*”. Aproveitando essas perguntas, foi aberta com a turma uma discussão sobre o fato de não enxergarmos nada quando se está numa completa escuridão. Foi possível verificar o entendimento do assunto, como ilustram as falas dos estudantes E5 “*Pra gente vê um objeto a luz tem que bater nele e vir pra gente*” e E18 “*Mas ele pode ser uma lâmpada acesa, aí a luz é dele mesmo*”. Pôde-se observar através dessas falas que houve interpretação por parte dos alunos de que para uma pessoa ou outro ser vivo enxergar é necessário que os olhos sejam sensibilizados pela luz proveniente dos objetos, ou seja, para que se possa enxergar é necessário que o objeto emita ou reflita luz.



Figura 1. Vídeos sobre os super-heróis

5.1.2 Aula 02

O segundo encontro consistiu de uma aula expositiva e dialogada sobre fontes primária e secundária da luz e reflexão de luz pelos corpos. O objetivo dessa aula foi introduzir alguns conceitos para uma melhor compreensão do que já havia sido estudado, como também um aprofundamento dos conceitos, já que estes seriam utilizados no estudo da visão. Foi discutido que a reflexão da luz não acontece apenas quando nos observamos em frente a um espelho, concepção alternativa que muitos tinham, mas que para enxergarmos um objeto precisamos que o fenômeno de reflexão aconteça. Nesse momento, a aula anterior foi lembrada pelo aluno E2 “*eu vejo as*

coisas porque a luz bate neles e não porque sai luz do meu olho, como o super-homem”. Ocorreram várias falas defendendo essa ideia. Isso demonstrou que houve a compreensão dos tópicos abordados por parte dos estudantes. Todos esses conceitos foram descritos e colocados no quadro.

Nessa aula também foram trabalhados os conceitos de óptica geométrica através de experimentos realizados em grupos (Figura 2). A finalidade dessa etapa foi trabalhar os conceitos por meio de uma dinâmica diferenciada.

No primeiro experimento, os alunos ligam a lanterna e pulverizam o feixe de luz com água e leite, verificando que a luz segue em linha reta através do ar. É feito alguns questionamentos aos estudantes sobre o que eles observaram quando realizam o experimento, como respostas afirmam que a luz que sai da lanterna segue em linha reta, relacionando inclusive com os faróis dos carros quando o dia está com muita neblina.



Figura 2. Pulverizando a luz com leite.

O segundo experimento foi realizado de forma demonstrativa, como destaca a Figura 3. Com o auxílio de duas lanternas, dois feixes de luz se cruzam em uma folha branca. Nesse momento os alunos são questionados quanto à intensidade dos feixes: “*O que aconteceria caso uma das lanternas fosse retirada? Um feixe de luz interfere na propagação do outro?*”. Ocorreram respostas defendendo a ideia de que os feixes de luz não seriam modificados caso uma lanterna fosse retirada, não influenciando na propagação de um ou outro. Com essa demonstração foi possível discutir com os alunos o princípio da independência dos raios luminosos.



Figura 3. Independência dos raios luminosos.

Para o terceiro experimento (Figura 4), foi entregue a cada equipe três cartões com um orifício no meio e um roteiro para sua execução. Os alunos foram orientados a colocar os cartões em fila e com suas aberturas alinhadas direcionar os feixes de luz da lanterna. Nesse momento houveram algumas indagações: “*Professora, a luz passou reto pelos furinhos*” (E5) e “*é porque a luz não fez curva*” (E15). O objetivo dessa atividade foi fazer com que os estudantes relacionassem este experimento com o primeiro realizado nesse encontro, a fim de verificar a propagação retilínea da luz.

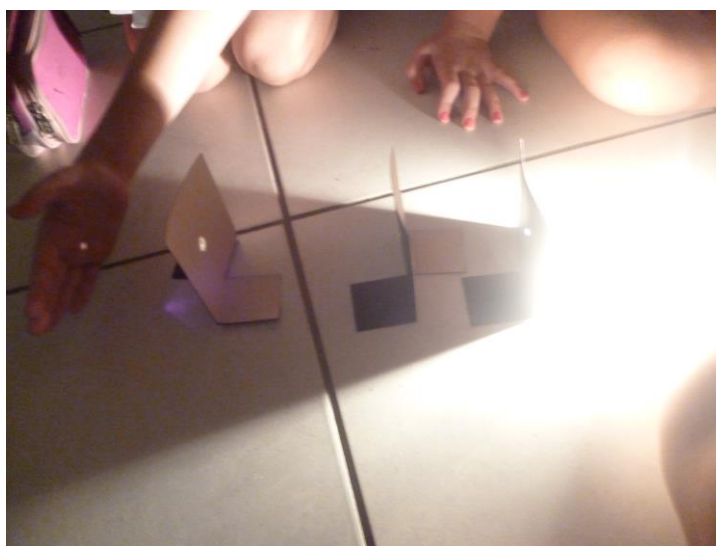


Figura 4. Propagação retilínea da luz.

5.1.3 Aula 03

O início deste encontro foi marcado por a uma breve revisão sobre o conteúdo desenvolvido na aula anterior. Os estudantes se mostraram bastante participativos, buscando suas anotações para a discussão.

Dando prosseguimento, os alunos foram instigados com a seguinte questão: “*Como a luz chega e a imagem é formada em nossos olhos?*”. Para responder à tal pergunta, foi realizada uma aula expositiva e dialogada, onde o assunto tratado foi o caminho que luz percorre ao chegar ao olho. Foi explicado que a córnea é o primeiro meio que a luz atravessa após chegar ao olho, e que por ele ser encurvada e ser um meio diferente do ar, a luz sofre um pequeno desvio em sua trajetória, acarretando em uma mudança de velocidade do raio de luz. Para um melhor entendimento do fenômeno de refração os alunos fizeram dois experimentos em grupo. Para a execução do primeiro foi colocada uma caneta dentro de um copo com água (Figura 5), e eles observaram que em determinados ângulos a mesma parecia “quebrada”. Isso se constatou na fala dos estudantes E16 e E9: “*Nossa tá parecendo quebrada e mais gorda essa caneta*”, “*não consigo ver a caneta quebrada!*”. Para sanar eventuais dúvidas foi retomado o conceito de refração numa discussão com a turma acerca do experimento.



Figura 5. Observação do fenômeno de refração.

No segundo experimento, os alunos colocaram uma moeda dentro de uma xícara, se posicionando a sua frente de tal forma que não conseguiam mais observar a moeda dentro do recipiente. Em seguida, pediam a um colega que despejasse água dentro da xícara verificando que a moeda aparecia novamente. Nesta atividade, houveram algumas constatações, como por exemplo, a do estudante E4 “*a moeda tá mais gorda igual à caneta professora*” e ainda de E11 “*vejo a moeda de novo porque coloquei água na xícara*”.

Nessas atividades os alunos puderam observar que quando a luz atravessa meios distintos ocorre uma mudança na sua trajetória devido à mudança na sua velocidade de propagação. Esse efeito ficou claro ao verem a caneta “quebrada” e a moeda dentro da xícara com água.

5.1.4 Aula 04

A aula 4 iniciou com uma rápida retomada do assunto da aula anterior. Em seguida, iniciou-se o estudo das demais partes do olho.

No decorrer da aula, os estudantes fizeram diversas perguntas sobre o assunto e preocuparam-se em entender mais sobre como a luz se propaga até formar a imagem em seu olho. Para explicar o que acontece foi utilizado uma maquete do olho humano (confeccionada pela professora) e um pôster (figura 6) com o desenho de um olho humano, o que facilitou a explicação dos conceitos. Durante esse encontro foi explanado a função e característica de cada parte do olho.

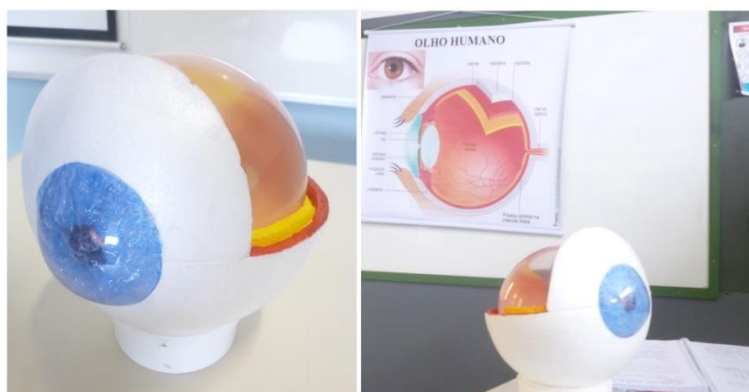


Figura 6. Maquete do olho humano e pôster.

Alguns dos questionamentos foram: “*Tem tudo isso dentro do meu olho?*” (E18), “*porque algumas pessoas meio que fecham os olhos para enxergar um objeto distante?*” (E16), “*porque pessoas cegas possuem uma coloração diferente nos olhos?*” (E4), “*uma pessoa pode ter câncer no olho?*” (E15), “*meu olho é assim?*” (E10). Todos esses questionamentos foram respondidos durante este e os demais encontros, já que algumas questões seriam trabalhadas nas próximas aulas. Os estudantes ficaram atentos a cada estrutura que era apresentada, questionando sobre doenças e também sobre alguns problemas de visão, em razão de alguns alunos utilizarem óculos.

5.1.5 Aula 05

O objetivo dessa aula foi fazer os alunos compreenderem a formação da imagem no olho, mais precisamente na retina, numa associação com a aula anterior. Para isso, os

estudantes confeccionaram uma câmara escura com um pequeno orifício. Após, eles foram levados para uma sala escura onde puderam observar a imagem formada na câmara escura quando a caixa era apontada para chama de uma vela. Os alunos se surpreenderam ao ver a projeção da vela de cabeça para baixo no papel vegetal. Esse experimento foi relacionado com a formação de imagem na retina, já que a imagem se forma dessa maneira sobre essa estrutura, sendo papel do cérebro fazer a inversão da imagem. Alguns questionamentos que surgiram: “*Nossa professora, isso acontece mesmo com o olho?*”(E3), “*isso acontece por causa da luz que sai da vela e ela fica de cabeça pra baixo*”(E17). Além do experimento da câmara escura, foi entregue aos alunos uma imagem mostrando um boneco de cabeça para baixo sobre a retina. Os estudantes conseguiram relacionar o desenho com o experimento que haviam feito, como mostraram as falas de E1 “*o boneco ficou de cabeça pra baixo igual à chama da vela, foi a luz que fez isso*” e E3 “*é porque a luz anda em linha reta*”. Essas falas indicam que houve um entendimento da propagação dos raios de luz provenientes dos objetos até a formação da imagem.

Em seguida, foi realizada uma demonstração (Figura 7), onde os alunos visualizaram novamente a imagem projetada de cabeça para baixo em um anteparo. Nesse momento os alunos foram questionados sobre o que a água e o papel vegetal representavam no aparato montado. A maioria dos estudantes respondeu que eram uma ou mais partes transparentes dos olhos (cristalino, humor vítreo, humor aquoso ou a córnea) e a retina. Para consolidar essa aula foi aberta uma nova discussão com a turma sobre cada estrutura do olho.



Figura 7. Demonstração da formação de imagem.

5.1.6 Aula 06

No início dessa aula, foi realizada uma breve revisão sobre o conteúdo desenvolvido na aula anterior. Os alunos se mostraram participativos em lembrar os conceitos. Após, foi realizada uma demonstração (Figura 8) com o objetivo de mostrar a projeção de objetos invertidos no papel vegetal, em consequência de uma lente colocada na extremidade oposta. Foi construída uma câmara escura com lente, tomando cuidado para se ter algo semelhante com o olho humano. Os estudantes relacionaram essa atividade com os experimentos realizados na aula anterior com maior entusiasmo, pois se acredita que apesar da câmara escura com furo mostrar a formação da imagem quando direcionada para um objeto luminoso, nesta demonstração os objetos projetados sobre o papel vegetal possuem melhor nitidez por ter uma lente e apresenta um maior número de objetos observados. Isso foi apontado nas falas dos estudantes E4 “*esse é mais legal que aquele que a gente fez. A gente consegue vê melhor as coisas*” e E9 “*é a luz que faz as coisas virarem né. Essa coisa transparente aqui é aquilo que no nosso olho também é transparente?*”. Por meio dessas colocações, foi discutida a diferença entre utilizar a câmara escura com lente e com furo e também o papel de cada elemento colocado nos três últimos experimentos realizados.



Figura 8. Demonstração da formação da imagem no fundo do olho

No momento em que foi discutido o papel da retina no olho, foram feitos os seguintes questionamentos: “A retina possui a mesma sensibilidade por toda sua extensão? Em qualquer lugar que o objeto for projetado sobre a retina a imagem será transmitida ao cérebro?”. A princípio os estudantes responderam que sim. Para compreenderem esses questionamentos, foi realizado um experimento onde foi distribuída uma folha com algumas orientações e uma imagem. Através desse experimento os estudantes verificaram que existe uma região em que não conseguiam mais observar a imagem. Isso ficou evidenciado na fala do estudante E1, quando disse: “Professora o X sumiu, agora apareceu, agora sumiu!”. Outras indagações foram colocadas por eles: “Então existe um lugar onde não dá pra vê as coisas!”(E16). A partir dessas falas, foi esclarecido que a retina não possui a mesma sensibilidade por toda sua extensão, que esta região possui uma área pequena sem células fotorreceptoras (cones e bastonetes), estando localizada próxima ao disco óptico, local que o nervo óptico penetra no olho. Para essa atividade foi utilizada a maquete do olho humano. Esse recurso permitiu aos estudantes verificarem a região onde se encontra o ponto cego com maior facilidade.

5.1.7 Aula 07

No início desse encontro foi realizada uma revisão da aula anterior. Em seguida, os alunos foram questionados sobre o fato de todos os seres humanos terem dois olhos e não apenas um, obtendo como única resposta “pra enxergar melhor”. Porém, isso se

mostrou contraditório quando perguntado à turma se eles enxergavam com apenas um olho. Para melhor compreensão do assunto os estudantes fizeram dois experimentos. No primeiro, os alunos fecham o olho esquerdo com a mão esquerda, seguram uma caneta com a mão direita esticada e tentam encostar a ponta da caneta com a ponta da caneta do colega ao lado. No segundo experimento, os estudantes apontam a mão direita para um objeto distante, mantendo o olho esquerdo fechado. Em seguida, fecham o olho direito e abrem o esquerdo, observando a posição do objeto em que haviam apontado. Como comentários, se destacam as falas de E3 “*não consigo encostar as pontas da caneta professora!*” e de E9 “*a gente nem percebe que cada olho vê as coisas em lugar diferente*”. O objetivo desses experimentos foi observar a modificação de posição da mão em relação ao objeto apontado, com um olho e depois com o outro, como também verificar e entender que o fato do ser humano possuir os olhos a frente da cabeça possibilita enxergar os objetos em três dimensões, fornecendo uma melhor avaliação de distância de tudo o cerca. Alguns estudantes questionaram sobre aquelas espécies de animais que possuem um olho de cada lado da cabeça. Foi explicado que a disposição dos olhos nessas espécies permite uma visão ampla e circular a sua volta, protegendo-os de seus predadores mesmo quando eles vêm por trás.

Posteriormente, foi abordado o conteúdo de lentes. Os estudantes foram questionados sobre “*o que é uma lente?*”. A grande maioria respondeu que é “*uma coisa transparente que aumenta as coisas, pra vê melhor*”. Então, foi realizada uma demonstração utilizando uma lupa e alguns óculos para mostrar aos estudantes que uma lente possui a capacidade de aumentar ou diminuir o tamanho dos objetos observados, dependendo se a mesma for convergente ou divergente. O objetivo dessa atividade foi mostrar que as lentes são dispositivos ópticos produzidos por materiais transparentes, delimitado por duas faces, das quais pelo menos uma é curva e com isso relacionar com as lentes naturais do olho.

5.1.8 Aula 08

Na aula 8, os alunos realizaram dois experimentos sobre lentes (Figura 9). No primeiro eles observaram o cruzamento de dois raios de luz após o feixe passar por duas fendas e atravessar um copo com água dentro de uma caixa. Já no segundo foi possível perceber um aumento considerável em pequenos objetos colocados dentro de um pote, provocado pela inserção de água num papel filme. Os estudantes mostraram-se empolgados com tal atividade, como mostram as falas, por exemplo, de E12 e E17: “A

luz passou pelos buracos da caixa e fez eles se juntarem aqui, é como o olho. A luz também se junta pra formar a imagem”, “a água fez as coisas aumentarem, porque a água fez essa volta com essa folha transparente”. Além disso, quando questionados sobre o que o copo com água e a água com o papel filme estavam representavam, E4 se destacou afirmando “uma lente”. Com essas atividades se buscou sanar dúvidas ainda pendentes, auxiliando no entendimento do assunto.



Figura 9. Execução dos experimentos sobre lentes.

Em seguida, se iniciou o estudo sobre os problemas de visão, numa aula expositiva e dialogada, na qual se destacou as exposições das ideias prévias dos alunos e o incentivo ao diálogo no processo. Inicialmente foi entregue um pequeno texto sobre os cuidados com a visão, onde todos fizeram a leitura e logo depois se abriu um debate sobre o assunto.

Após o debate, foi utilizado o quadro branco para representar como os feixes de luz se comportam ao passar por determinadas estruturas, como também a maquete do olho e o pôster com a imagem do olho humano. Além disso, foi debatido sobre as características das lentes que cada indivíduo com problema de visão precisa utilizar, lembrando a aula em que utilizaram óculos e lupas para verificar se a lente era convergente ou divergente.

5.1.9 Aula 09

Nesse encontro foi realizada uma breve revisão da aula anterior. Em seguida foi apresentado um vídeo de curta duração sobre a formação do arco-íris para iniciar o estudo do conceito de cores dos corpos. Após a exibição do filme, foi perguntado aos estudantes sobre as cores observadas nos diferentes objetos. Algumas respostas foram

formuladas por eles, como por exemplo a do aluno E9 “*é porque as coisas já tem uma cor, porque a retina que dá cor pra isso, não é?*”. Na tentativa de auxiliar a turma a compreender o conceito foi lembrado que um objeto só é visto quando recebe luz de uma fonte luminosa, sendo a retina a estrutura do olho que capta essa luz. Nesse momento, se fez um contraponto com o vídeo, com objetivo de abrir uma discussão sobre o fato da luz solar ser a mistura de raios de diferentes cores, que misturadas formam o branco. Então, foi explicado o fato de um objeto possuir determinada cor, onde se destacou a fala do aluno E10 “*vejo essa cadeira azul, porque a luz branca do Sol ou da lâmpada bate nela e ela pega todas as cores pra ela menos o azul*”. Entretanto surgiram dúvidas quando se modifica a fonte de luz, por exemplo, para uma luz monocromática verde. Os alunos mostraram dificuldades em entender que o preto é ausência de luz. Então, foi retomada a questão do por que enxergamos preto quando se está num quarto em completa escuridão. No diálogo com a turma, E3 destacou o fato de observar os objetos em preto “*vejo preto porque a cadeira é azul e como só tem verde batendo na cadeira não vai refletir nada de volta, por isso preto*”. Após, foi realizado um experimento demonstrativo intitulado disco de Newton, onde a turma pôde visualizar as cores sendo misturadas ao girá-lo, assim como mostrado no vídeo assistido.

O próximo tema abordado foi daltonismo. Para trabalhar esse tópico adotou-se a apresentação de um vídeo de curta duração sobre como os daltônicos enxergam o mundo, informando que já existem óculos para pessoas com esse distúrbio na visão. Os estudantes se mostraram empolgados com essa discussão, como representa a fala de E11 “*professora tem um cara perto da minha casa que não vê o azul e o verde*”. Nesse momento, foi dada ênfase às células fotorreceptoras (cones e bastonetes) que estão presentes na retina, ao qual permitem ver o mundo com cores. Existem três tipos de cones e a falta de um ou mais causa esse distúrbio na visão. Após, foi realizado o teste de cores de Ishihara, constatando que não haviam daltônicos na turma.

5.1.10 Aula 10

Esse encontro serviu para a aplicação do questionário pós-teste (Apêndice C) com o objetivo de sondar os conhecimentos adquiridos durante a execução da sequência didática aplicada na escola. Notou-se que alguns alunos tiveram um desempenho melhor que outros, se sobressaindo aqueles que mais participaram das atividades. Através dessa

avaliação foi identificado o uso correto de termos científicos, bem como explicações diversas, sobre o órgão do sentido.

5.2 Análise de respostas

Essa seção traz a análise das respostas dos questionários (pré-teste e pós-teste) e entrevistas realizadas durante a aplicação da proposta com sua respectiva interpretação através da análise de conteúdo de Bardin. Para isso, foram criadas quatro categorias de análise referente as respostas dadas pelos estudantes, sendo nomeadas como A, B, C e D. Em que A representa as respostas corretas, cientificamente aceitas pela comunidade científica, B caracteriza uma resposta correta, porém incompleta, C indica indícios de respostas corretas, porém ligadas ao senso comum e D configura o menor nível, ou seja respostas totalmente incorretas ligadas a vivência do aluno.

É importante destacar que a entrevista foi realizada em momentos distintos. Para esse registro, se designou as letras GF, de grupo focal, seguido por um número de 1 a 2, já que a turma foi dividida em dois grupos com nove integrantes cada.

5.2.1 Análise de resposta: Pré-teste e pós-teste (questionário)

Por intermédio da análise de conteúdo de Bardin, buscou-se organizar as investigações realizadas através de questionários. Assim sendo, as categorias foram criadas a partir da análise prévia das respostas dos alunos. Com a leitura do material foi possível perceber, por meio do pré-teste, as noções que os alunos tinham referente ao sentido da visão, como também se houve evolução conceitual em relação a esse conceito após realização do pós-teste e análise desse material. No decorrer do texto algumas respostas dos estudantes foram citadas. Houve o cuidado de apresentá-las na ordem do nível conceitualmente aceito pela comunidade científica em direção ao menor nível.

A tabela 2 resume as categorias A, B, C, e D, com o número de estudantes participantes da pesquisa realizada no primeiro encontro (pré-teste) e último encontro (pós-teste) referente ao órgão do sentido utilizado para enxergar os objetos.

CATEGORIA	NÚMERO DE ALUNOS (PRÉ-TESTE)	NÚMERO DE ALUNOS (PÓS-TESTE)
A	16	18
B	0	0
C	2	0
D	0	0

Tabela 2. Categorias em relação a número de alunos (pré-teste e pós-teste): órgão do sentido

Revelou-se no pré-teste que a maioria dos estudantes sabe identificar o órgão do sentido que nos permite enxergar, quando descrevem “o olho” (E18) ou então “o globo ocular” (E3). Em contrapartida, dois estudantes responderam “a visão” (E8 e E14). Pode-se perceber que a minoria misturou os conceitos, já que o termo utilizado se refere ao sentido e não ao órgão. No pós-teste, todos os alunos acertaram a questão. Desse modo, entende-se que os dois alunos que antes misturaram conceitos apresentaram melhorias significativas em relação a esse conceito.

A respeito do conceito de reflexão, fenômeno envolvido ao ato de enxergar os objetos, a tabela 3 destaca a evolução conceitual dos estudantes antes e depois da execução da proposta.

CATEGORIA	NÚMERO DE ALUNOS (PRÉ-TESTE)	NÚMERO DE ALUNOS (PÓS-TESTE)
A	5	11
B	5	3
C	1	1
D	7	3

Tabela 3. Categorias em relação a número de alunos (pré-teste e pós-teste): reflexão.

Em relação aos conhecimentos prévios alguns estudantes associam o ato de observar os objetos com a luz, enquanto outros nem a relacionam fugindo do assunto. As respostas consideradas corretas foram as que vincularam esse termo:

“Quando está escuro não consigo ver nada mais quando tá com luz já consigo ver tudo porque a luz ilumina e eu consigo ver”(E5);

“De dia tem claridade e a noite não” (E1);

“Durante o dia consigo enxergar, a noite, no quarto escuro não. Talvez não conseguimos enxergar porque nossos olhos foram feitos para enxergar durante o dia” (E7);

“Os olhos são muito importantes para a nossa convivência do dia a dia” (E6).

Em contrapartida, pode-se perceber que as respostas declaradas no pós-teste apresentaram variações, em alguns momentos trazendo uma visão mais elaborada e em outros revelados pela intuição ou pelo senso comum, como descrito por alguns estudantes:

“Porque precisamos que a luz bata na pessoa para enxergarmos e quando estamos no escuro não tem luz” (E17);

“Precisa de claridade para enxergar a pessoa no escuro, no caso” (E6);

“Porque não pega luz solar e a pupila está pegando muita luz solar aí não conseguimos ver” (E15);

“Porque no escuro não tem cores para refletir as outras cores, porque não tem claridade que reflete a cor” (E1).

A tabela 4 traz as categorias referentes ao funcionamento do olho para que se possa enxergar.

CATEGORIA	NÚMERO DE ALUNOS (PRÉ-TESTE)	NÚMERO DE ALUNOS (PÓS-TESTE)
A	0	5
B	1	2
C	0	7
D	17	4

Tabela 4. Categorias em relação a número de alunos (pré-teste e pós-teste): funcionamento do olho.

Nesse levantamento de concepções alternativas os estudantes demonstraram conhecimento limitado sobre como funciona a visão, identificando poucas terminologias associadas ao tema. A maioria citou o nome do órgão. Ressaltaram a necessidade de se ter luz para enxergar, mas não souberam explicar como o olho funciona para que se possa enxergar:

“Nossos olhos mandam uma “mensagem” ao cérebro que forma uma imagem” (E10);

“Com a força da minha mente ou o globo ocular que faz nós enxergar” (E15).

Referente ao pós-teste, houve melhorias em relação ao entendimento do conceito. Alguns alunos citaram a estrutura que a luz atravessa contemplando que esse feixe sofre desvio, o que evidencia o entendimento do fenômeno de refração. Porém outros apenas descreveram de forma simplificada que a luz entra no olho e forma a imagem, não destacando as estruturas presentes no órgão e os efeitos sofridos pelos raios de luz:

“A luz sobre desvio ao entrar no olho, porque passa por obstáculos: a córnea, o humor aquoso, o cristalino e o humor vítreo até chegar na retina” (E17);

“A luz entra no olho e forma a imagem na retina” (E6);

“Atravessa o humor vítreo e inverte a imagem” (E11);

“A luz vai sempre em linha reta do começo ao fim, e forma a imagem” (E5).

Em relação à formação de imagem na retina ser projetada de cabeça para baixo, a tabela 5 destaca as categorias para análise:

CATEGORIA	NÚMERO DE ALUNOS (PRÉ-TESTE)	NÚMERO DE ALUNOS (PÓS-TESTE)
A	0	1
B	0	1
C	0	1
D	18	15

Tabela 5. Categorias em relação a número de alunos (pré-teste e pós-teste): formação de imagem na retina.

Nota-se que no pré-teste não há indícios de entendimento sobre o assunto. Em compensação, no pós-teste apenas um estudante demonstrou ter conhecimento. De modo geral, ficou evidente a não compreensão dessa questão:

“A retina recebe a imagem invertida, o cérebro é capaz de inverter a imagem” (E4);

“A imagem fica na retina e nosso cérebro inverte pra nós” (E8);

“Desvira e inverte a visão” (E10);

“A retina dá cor a imagem” (E17).

Referente à interpretação dos estudantes em relação aos seres humanos possuírem dois olhos e não apenas um, a tabela 6 traz suas concepções antes e depois da execução da proposta:

CATEGORIA	NÚMERO DE ALUNOS (PRÉ-TESTE)	NÚMERO DE ALUNOS (PÓS-TESTE)
A	0	4
B	0	2
C	0	7
D	18	5

Tabela 6. Categorias em relação a número de alunos (pré-teste e pós-teste): dois olhos.

Destaca-se sobre o levantamento das atividades das concepções alternativas o não entendimento dos estudantes, não havendo respostas corretas:

“Acho que é para poder enxergar melhor os ângulos” (E6);

“Com dois olhos podemos ver melhor. Podemos ver tudo ao nosso redor” (E7).

No pós-teste, alguns estudantes escrevem sobre o fato de terem maior percepção de distância e espaço, enquanto outros ainda não respondem ou então destacam noções do senso comum:

“Tem dois olhos para ter noção de distância e ver as coisas em três dimensões” (E1);

“Para ver as coisas em todas as dimensões” (E11);

“Por causa da distância. Para enxergar mais” (E3);

“Enxergar mais porque só um é pouco” (E10).

Na tabela 7, encontram-se as categorias de análise do pré-teste e pós-teste referente ao estudo das cores dos corpos:

CATEGORIA	NÚMERO DE ALUNOS (PRÉ-TESTE)	NÚMERO DE ALUNOS (PÓS-TESTE)
A	1	3
B	3	1
C	2	7
D	12	7

Tabela 7. Categorias em relação a número de alunos (pré-teste e pós-teste): cores dos corpos.

No pré-teste alguns alunos tiveram dificuldade em responder a questão que abordava cores, evidenciando muitas vezes a intuição e o senso comum:

“Porque a cor do corpo depende da luz que chega nele” (E4);

“O branco reflete as luzes” (E18);

“Porque é uma cor neutra, e também porque depende da luz, pois quando está escuro não vemos, quando é dia vemos, então depende da luz” (E17);

“Cada cor tem um tom diferente” (E13).

As respostas colocadas no pós-teste indica modificações no pensamento dos estudantes, já que a maioria deles não pertence mais a categoria D:

“O tecido azul ficaria preto se iluminado com luz verde, e o branco ficaria verde” (E9);

“Com a luz verde o tecido azul vai ficar preto” (E5);

“Ficaria preto se a luz fosse verde e o tecido branco ficaria branco com a luz verde” (E16);

“O azul por cor azul está no fundo e ser mais forte. Verde, por o branco não atrapalha as demais cores” (E2).

De modo geral, no pré-teste e pós-teste, as respostas dos estudantes apresentaram modificações. Pelos resultados colocados acima, alguns alunos entendem o sentido da visão e sabem explicar o funcionamento do olho. Ficou evidente por meio dessa análise que eles tiveram um avanço considerável comparado ao primeiro dia de aula em que foi aplicado o pré-teste, mesmo algumas respostas não sendo totalmente precisas.

5.2.2 Análise das respostas: Grupo Focal

O propósito do grupo focal foi a interação entre a professora e os estudantes, utilizando para isso tópicos específicos e diretivos do tema determinado na proposta. Essa técnica possibilitou ouvir vários indivíduos ao mesmo tempo, observando suas reações. Os dados obtidos levaram em conta o processo grupal, considerando a soma de opiniões como resultado dos pontos de vista individuais [SILVA 2010].

É importante lembrar que a análise prévia de algumas respostas dos alunos em termos de categorização utilizada para comparação do antes e depois, foi àquelas presentes no questionário do pré-teste, discutidas na seção anterior. Àquelas que ainda não estiverem categorizadas na seção anterior foram discutidas juntamente com a análise das respostas do grupo focal. A turma foi dividida em dois grupos de nove integrantes cada.

Em relação à utilização da técnica para análise, foi possível alcançar um resultado mais satisfatório em relação ao uso do questionário pós-teste. Percebeu-se através do grupo focal uma maior integração e um melhor entendimento do assunto. Das questões categorizadas na seção anterior quase todas foram classificadas como categoria A nos dois grupos, com exceção a essa identificação o item cores dos corpos para o grupo GF2 gerou dúvidas e confusões. Isso ficou evidente quando o grupo foi questionado sobre a cor que eles observavam uma cadeira verde a sua frente, destacando que a cor do objeto seria dessa cor “*porque ela já tem uma cor*” (GF2). É válido salientar que houve entendimento referente à luz branca ser resultado da mistura de

todas as cores, o fato é que eles colocaram a característica da cor como sendo apenas do material: “*Porque é uma cor própria dela e o branco não interfere*” (GF2). Em virtude disso, para essa questão esse grupo foi classificado na categoria D.

A questão ainda não categorizada no pré-teste analisa o fato de algumas pessoas necessitarem utilizar lentes corretivas para enxergar melhor. A tabela 8 destaca como os estudantes entendiam essa questão antes da aplicação da proposta.

CATEGORIA	NÚMERO DE ALUNOS
A	0
B	7
C	6
D	5

Tabela 8. Categorias em relação a número de alunos (pré-teste): problemas de visão.

Notou-se que alguns alunos apesar de relacionarem suas respostas à intuição ou ao senso comum percebem que a necessidade de utilizar óculos está ligada a algum problema. Entretanto outros não se referem a esse fator:

“Porque sua visão não está boa, tá com problema e é ruim para enxergar, então precisamos usar óculos” (E5);

“Porque o olho delas são mais sensíveis, ou tem algum problema na vista, alguns precisam de óculos de grau e outros de óculos de descanso” (E17);

“Por não terem os olhos bem desenvolvidos” (E2).

Em contrapartida, quando questionados através do grupo focal os estudantes destacam que o indivíduo que utiliza óculos possui algum problema na visão, afirmando que a formação da imagem acontece antes ou depois da retina. Em virtude disso os dois grupos foram classificados na categoria A.

Em algumas respostas dos alunos através do grupo focal foi possível perceber que a maioria dos estudantes caracterizou o sentido da visão e também outras características estudadas durante a execução da proposta de maneira correta:

“A luz bate no objeto e volta. A luz vai bater ali e vai refletir até mim”;

“Pupila, é o buraquinho que pode diminuir e aumentar, né? Ele diminui quando tem muita luz”;

“O cérebro inverte a imagem e deixa normal”;

“Nosso olho precisa de luz para enxergar”;

“A mistura de todas as cores é o branco. Porque ela absorve todas as cores e reflete só o verde. Ela absorve todas e deixa só o verde”;

“É que a luz tem que bater e refletir daí e o preto não refleti”;

“Porque são daltônicas. Senti falta dos cones, existe a falta de um, dois ou três cones, dá o daltonismo”;

“Eu conheço uma pessoa que troca algumas cores. tem algumas cores que ele enxerga de outra cor. Pra ele o vermelho e sei lá outra cor é a mesma coisa”;

“A retina é onde forma a imagem, onde chega a luz”;

“A luz atravessa a córnea, o cristalino, o humor aquoso, o humor vítreo, a pupila”;

“A íris é o que é colorido no olho. Ela abre e fecha”.

Destaca-se através da implementação da sequência didática o papel da interação social, descrito por Vygotsky e defendido por Moreira [1997] em termos de aprendizagem significativa:

“Tem, portanto, muito sentido falar em aprendizagem significativa em um enfoque vygotskyano à aprendizagem. A tal ponto que se poderia inverter o argumento e dizer que tem muito sentido falar em interação social vygotskyana em uma perspectiva ausubeliana à aprendizagem. Quer dizer, a aprendizagem significativa depende de interação social, i.e., de intercâmbio, troca, de significados via interação social”.

Através das avaliações realizadas no decorrer da proposta, acredita-se que a técnica do grupo focal (atividade grupal) conduziu a interação entre os estudantes em sala de aula, proporcionando um resultado mais significativo comparado com aquelas realizadas individualmente.

5.3 Análise da proposta implementada

A reflexão sobre a sequência didática utilizada nas aulas é imprescindível, já que acaba por auxiliar o aluno na construção de conhecimento. Pensando assim, adotou-se a técnica do grupo focal para analisar e verificar se o material utilizado na proposta acarretou em um resultado positivo em busca da interdisciplinaridade. Para esse registro foi utilizado para identificação das equipes GF1 e GF2, de grupo focal.

Em relação às aulas dadas e aos materiais envolvidos na proposta, utilizou-se um roteiro para nortear os seguintes questionamentos aos dois grupos em momentos distintos:

- 1) O que vocês acharam das aulas de ciências com o uso de experimentos?
Facilitou o entendimento dos assuntos abordados?

- 2) Os vídeos e os textos trazidos pela professora ajudaram na compreensão do tema?
- 3) Os materiais utilizados (pôster e maquete do olho) auxiliaram no entendimento do assunto? Por quê?
- 4) Do que mais gostou e do que menos gostou nas aulas de ciências trabalhadas com a professora? Por quê? Você sugere algo diferente?
- 5) Você gostaria que as aulas de ciências fossem diferentes? Como?

Como resultado desses questionamentos, alguns estudantes destacaram que nunca haviam feito experimentos e que as aulas realizadas daquela forma ajudaram no entendimento do assunto. Sendo necessária a continuação de aulas que tragam textos, vídeos, experimentos e demonstrações. A seguir se destaca as respostas das questões realizadas e colocadas por cada grupo:

✓ Questão 1:

“Foi bom, bem legal, aprendemos bastante” (GF1);

“Uma aula mais diferente e mais prática. Achei interessante e criativo” (GF2);

“Conseguimos aprender com mais facilidade. Foi uma coisa diferente que a gente nunca fez” (GF1);

“A professora explicou bem e depois fez, porque a professora explicou e depois demonstrou, como uma prova” (GF2).

✓ Questão 2:

“O pôster ajudou muito mais, porque tinha os nomes e dava pra ver por dentro, cada camada do olho” (GF1);

“Sim, pra nós saber o que é e pra que serve essas coisas” (GF2).

✓ Questão 3:

“O banner muito mais, porque tinha os nomes e dava pra ver por dentro, cada camada do olho” (GF1);

“Ajudou muito porque mostrava onde ficava o que acontecia com a luz e o processo” (GF2).

✓ Questão 4:

“Gostamos mais dos experimentos. Porque aprendemos fazendo, podia ser sempre assim. Não gostamos da prova” (GF1);

“Gostamos dos experimentos, melhor seria se fosse sempre assim. A prova foi o mais chato” (GF2).

✓ **Questão 5:**

“Com mais experiências, ter mais, a gente aprende bem mais. A gente nunca tinha feito” (GF1);

“Fazer a mesma coisa, fazer os experimentos. Porque isso dá entretenimento pra turma. É bom fazer aula diferente assim” (GF2).

Acredita-se que a utilização do *Material de Apoio ao Professor de Ciências* auxiliou de forma significativa a elaboração das aulas, o que possibilitou executar aulas mais dinâmicas e diferenciadas na busca pelo entendimento do sentido da visão. Apesar de não ser possível afirmar que os estudantes tenham adquirido uma sólida compreensão do assunto, espera-se que o material proposto seja um passo para se pensar no processo interdisciplinar até de outras disciplinas.

Capítulo 6

Considerações Finais

Apoiados ao PCN de Ciências no contexto interdisciplinar, essa dissertação buscou desenvolver um *Material de Apoio ao Professor de Ciências*, como também uma proposta didática para sua aplicação. A principal preocupação esteve em motivar os estudantes a ter uma predisposição em aprender, juntamente com um material que chamasse a atenção deles.

Através da implementação da sequência didática acredita-se que a utilização de diversos recursos permitiu aos estudantes uma melhor compreensão do assunto, muitas vezes construindo e/ou reconstruindo o conhecimento. Isso é relevante, já que eles puderam fazer relações e associações do conhecimento científico com o que viam comumente em seu dia a dia.

Notou-se, que as aulas expositivas e dialogadas através de conceitos e suposições se modificou a medida que o conhecimento dos estudantes aumentava. Fazendo uma comparação com as falas iniciais e finais dos mesmos ficou evidente a organização do conhecimento.

Dentre as contribuições que as aulas experimentais puderam trazer, a utilização de vídeos dinamizou as aulas conciliando a teoria e a prática na busca pela reconstrução do conhecimento. Ambas constituíram uma importante etapa na execução da proposta, já que permitiu aos estudantes expressar seus conhecimentos, estabelecendo relações entre os que são aceitos cientificamente e os que estão presentes em seu cotidiano. No estudo da visão, os estudantes identificaram cada parte do olho numa maquete e em um pôster. Nesse momento, ficou claro o processo de troca de conhecimento entre professor e aluno, relacionando o conteúdo ao ambiente onde vive e refletindo em um nível mais amplo.

O espaço proporcionado durante os encontros está de acordo com as orientações presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino de Ciências. Desse modo, “toda atividade de sala de aula é única, acontece em tempo e espaço socialmente determinados; envolve professores e estudantes que têm particularidades quanto a necessidades, interesses e histórias de vida” [BRASIL 1998]. Cabe ao professor possibilitar conhecimentos para debate e reflexão.

A mediação do professor, como tarefa pedagógica, foi fundamental para que não ocorresse apenas uma aprendizagem mecânica, mas uma reflexão sobre o que estavam

aprendendo. Ensinar não é dar resposta, mas conduzir ao raciocínio de maneira segura, dinâmica e motivadora, construindo conceitos ancorados em suas experiências do seu cotidiano. O ensino de Ciências auxilia no processo de construção do conhecimento e consequentemente na aprendizagem, o que a torna indispensável para o aluno. Sua dinâmica relacionada com o dia a dia e trabalhada de forma interdisciplinar faz com que haja uma maior exploração na construção de conceitos que aperfeiçoam o desenvolvimento do aluno.

Embora não seja possível afirmar se houve entendimento sólido por parte dos estudantes, verificou-se através das avaliações realizadas por eles que a interação em grupo proporcionou um resultado mais significativo comparado com avaliações individuais. Desse modo, o professor teve o papel de mediador, conduzindo os estudantes a pensar, refletir, comparar, organizar e sintetizar, tornando-os ativos na apropriação do conhecimento. É importante compreender como os alunos entendem o mundo, já que esses fatos possuem relações com a sua vivência pessoal e a partir daí planejar as atividades.

Buscou-se superar a abordagem fragmentada em uma pequena parte das Ciências Naturais. Assim sendo, acredita-se que esta investigação contribuiu para o ensino, fornecendo base para outros estudos, além de possibilitar o professor do Ensino Fundamental da área a utilizar o material proposto.

Referências

- [ALEGRO 2008] ALEGRO, R. C. **Conhecimento prévio e aprendizagem significativa de conceitos históricos no ensino médio**, 2008, 239 f. Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Educação da UNESP), Marília, 2008.
- [ALMEIDA 2007] ALMEIDA, V. O.; CRUZ, C. A.; SOAVE, P. A. Concepções alternativas em óptica. **Texto de Apoio ao Professor de Física**, UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, v. 18, 2007.
- [AUGUSTO 2004] AUGUSTO, T. G. S. et. al. Interdisciplinaridade: concepções de professores da área ciências da natureza em formação em serviço. **Ciência & Educação**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 277-289, 2004.
- [AUGUSTO 2007] AUGUSTO, T. G. S.; CALDEIRA, A. M.. Dificuldades para implantação de práticas interdisciplinares em escolas estaduais, apontadas por professores da área de ciências da natureza. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 12, p. 139-154, 2007.
- [AUSUBEL 2003] AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Tradução de Lígia Teopisto. 1ª. ed. [S.l.]: Platano, 2003.
- [AUSUBEL 1980] AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. [S.l.]: Interamericana, 1980.
- [BARDIN 1977] BARDIN, L. **L'analyse de contenu**. [S.l.]: [s.n.], 1977.
- [BIERHALZ 2013] BIERHALZ, C. D. ; ARAÚJO, R. R.; LIMA, V. A. Licenciatura Interdisciplinar em Ciências da Natureza – análise do Projeto. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO, NA PESQUISA E NA EXTENSÃO – REGIÃO SUL, 2013. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2013.
- [BORATTO 2012] BONATTO, A. et al. interdisciplinaridade no ambiente escolar. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL, 9., 2012. **Anais...** [S.l.]: ANPAD, 2012.
- [BRASIL 1998] BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza**. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- [CAMPELO 2011] CAMPELO, F. N.; FERREIRA, M. Um caminho à desfragmentação das ciências nos anos finais do ensino fundamental. In: ENCONTRO DE PÓS GRADUAÇÃO UFPEL , 15., 2011, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPEL, 2011.
- [CARLOS 2008] CARLOS, J. G. **Interdisciplinaridade no Ensino Médio: desafios e potencialidades**, 2008. Disponível em: <<http://www.miniweb.com.br/educadores/artigos/pdf/interdisciplinaridade.pdf>>. Acesso em: 3 dezembro 2015.

- [CHAER 2012] CHAER, G.; DINIZ, R. R. P.; RIBEIRO, E. A. A técnica do questionário na pesquisa educacional. **Revista Evidência**, v. 7, 2012.
- [DAMASIO 2013] DAMASIO, F.; MELO, M. D. A fundamentação teórica na teoria da aprendizagem significativa do projeto vencedor do concurso ‘minha ideia dá um sala – 2012’ da tv escola. **Experiências em Ensino de Ciências**, Mato Grosso, v.8, n. 2, 2013.
- [FAZENDA 1994] FAZENDA, I. C. A. Interdisciplinaridade: História. **Teoria e Pesquisa**, Campinas, 1994.
- [GERHARDT 2009] GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. [S.l.]: PLAGEDER, 2009.
- [GOMES 2003] GOMES, A. A. **Usos e possibilidades do grupo focal e outras alternativas metodológicas**, 2003. Disponível em: <http://www.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/grupo_focal.pdf>. Acesso em 13 set. 2015.
- [GONDIM 2003] GONDIM, S. M. G. Grupos focais como técnica de investigação qualitativa: desafios metodológicos. **Paidéia**, v. 12, p. 149-161, 2003.
- [KOTOWSKI 2013] KOTOWSKI, L. D.; WENZEL, J. S.; MACHADO, J. O lugar da química e da física no ensino de ciências. In: ENCONTRO REGIONAL SUL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 6., 2013, Santo Ângelo. **Anais...** Santo Ângelo: URI, 2013.
- [LAPA 2011] LAPA, J. M.; BEJARANO, N. R.; PENIDO, M. C. M. Interdisciplinaridade e o ensino de ciências: uma análise da produção recente. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2011.
- [LIMA 1999] LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR JR, O. Professores/as de ciências, a física e a química no ensino fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABRAPEC, 1999.
- [LOTTERMANN 2012] LOTTERMANN, C. L. A inserção da química no ensino de ciências naturais: um olhar sobre livros didáticos. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL, 9., 2012. **Anais...** [S.l.]: ANPAD, 2012.
- [MILARÉ 2010] MILARÉ, T.; ALVES, J. P. A Química Disciplinar em Ciências do 9º Ano. **Química nova na escola**, v. 32, n. 1, p. 43-52, fev/2010.
- [MOREIRA 1997] MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. In: ACTAS DEL II ENCUESTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO. **Anais...** Burgos: Universidad de Burgos, 1997.
- [MOREIRA 2003] MOREIRA, M. A. Linguagem e aprendizagem significativa. In: ENCONTRO INTERNACIONAL, 4., Maragogi/AL. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2003.

- [MOREIRA 2012] MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? **Qurrriculum**, La Laguna, Espanha, 2012.
- [OLIVEIRA 2003] OLIVEIRA, E. et al. Análise de conteúdo e pesquisa na área da educação. **Revista Diálogo Educacional**, v. 4, p. 1-17, 2003.
- [RESSEL 2008] RESSEL, L. B. et al. O uso do grupo focalem pesquisa qualitativa. **Texto & Contexto Enfermagem**, v. 17, p. 779-786, 2008.
- [SAUCEDO 2013] SAUCEDO, K. R. R. et al. Prática interdisciplinar no ensino fundamental: Os limites e as possibilidades de atuação do pedagogo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO, NA PESQUISA E NA EXTENSÃO – REGIÃO SUL, Florianópolis, 2013. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: UFSC, 2013. Disponível em: <<http://www.siipe.ufsc.br/wp-content/uploads/2013/10/F-Saucedo.pdf>>. Acesso em 5 de set. 2015.
- [SIAS 2008] SIAS, D. B.; RIBEIRO-TEIXEIRA, R. M. Ensino de Física Térmica na escola de nível médio: aquisição automática de dados como elemnto motivador de discussões conceituais. **Textos de Apoio ao Professor de Física**, UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, v. 19, n. 1, 2008.
- [SILVA 2015] SILVA, H.; FOSSÁ, M. I.. Análise de conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. **Qualitas Revista Eletrônica**, v. 16, 2015.
- [SILVA 2010] SILVA, J. R. S.; ASSIS, S. M. B. Grupo focal e análise de conteúdo como estratégia metodológica clínica-qualitativa em pesquisas nos distúrbios do desenvolvimento. **Cadernos de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento**, São Paulo, v.10, n.1, p.146-152, 2010.
- [SILVA 2011] SILVA, L. S. et. al.; O livro didático de biologia no ensino médio: uma análise do conteúdo especiação. In: ENCONTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES, 4., Sergipe, 2011. **Anais eletrônicos...** Sergipe: UNIT, 2011. Disponível em: <http://www.unit.br/hotsites/2011/enc_formacao_professores/artigos.html>. Acesso em 4 de jul. de 2015.
- [SOARES 2012] SOARES, V. R. **O Ensino de Física no 9º ano de escolaridade: Um estudo sob a perspectiva dos professores de Ciências de uma Escola Municipal de Duque de Caxias**. 2012. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Nilópolis, 2012.
- [THIOLLENT 1988] THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa**. São Paulo: Cortez, 1988.
- [VIEIRA 2010] VIEIRA, V. A. M. D. A.; SFORNI, M. S. D. F. AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM CONCEITUAL. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 2, p. 45-58, 2010.

[ZACCARELLI 2010] ZACCARELLI, L. M.; GODOY, A. S. Perspectives of using diaries in organizational research. **Cadernos EBAPE. BR**, v. 8, 2010.

Apêndice A

Material de Apoio ao Professor de Ciências

SENTIDO: VISÃO

LECIANI EUFRÁSIO COELHO VARELA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC
2016

SUMÁRIO

Apresentação para o Professor	49
Visão e Luz.....	50
Luz.....	50
Saiba Mais: Interferência.....	51
Ler e Refletir.....	52
Fontes de Luz	53
Princípios da Óptica Geométrica.....	54
Experimento 1: Pulverizando a luz.....	56
Experimento 2: Propagação da luz	56
Experimento 3: Raios Luminosos	58
Olho Humano	58
Maquete do Olho Humano	61
Ler e Refletir.....	63
Experimento 4: Alvo	64
Experimento 5: Pontaria.....	65
Experimento 6: Câmara escura com furo	65
Experimento 7: Dentro do olho	68
Experimento 8: Câmara escura com lente	70
Experimento 9: Focalizando imagens	72
Reflexão e Refração da Luz	72
Aprofundamento: Leis da Reflexão e Refração da Luz	74
Experimento 10: Vendo Dobrado.....	76
Experimento 11: Mágica	77
Cores dos Corpos.....	78
Experimento 12: Disco de Newton.....	79
Daltonismo	81
A Retina e o Cérebro	83
Problemas de Visão	84
Ler e Refletir.....	86
Lentes	87
Elementos Geométricos de uma Lente	88
Propriedades	89
Experimento 13: Ampliando os objetos	92
Experimento 14: Desviando a luz.....	93
Experimento 15: Tipos de lentes	94
Perspectivas Futuras.....	95
Considerações Finais	97
Referências.....	99

Apresentação para o Professor

Cada indivíduo possui seu jeito de ser e aprender, e esses fatores estão relacionados com experiências vividas em casa, no clube, na escola, na rua, em todo lugar. São milhares de experiências que desenvolvem os sentidos, possibilitando uma aprendizagem mais fácil.

Pensando assim, é necessário fazer um esforço para que os estudantes descubram que as Ciências da Natureza ultrapassam os muros da escola. Na tentativa de possibilitar um ensino de Ciências mais dinâmico e integrado, foi elaborado um material de apoio para o professor que atua nessa área de ensino sobre o estudo da visão. Acredita-se que este material proporcione ao educador a elaboração de aulas com foco interdisciplinar entre a Biologia e a Física.

O material pedagógico consta com textos, sugestões de vídeos e simulações e experimentos para auxiliar o educador da área na execução do seu trabalho, podendo ser utilizado também em qualquer outro nível de ensino, desde que se façam modificações caso julgue necessário.

Visão e Luz

É em virtude dos questionamentos feitos no passado, na tentativa de compreender a visão, que os cientistas atuais entendem que esse fenômeno está relacionado a dois fatores: luz e olho.

Quando se observa um objeto, há necessidade que esse seja iluminado por uma fonte de luz ou emita luz própria. Tal feito proporciona a observação da cor, do tamanho e da forma do objeto. Além disso, é necessário que este esteja dentro do campo visual do indivíduo que o observa. As pessoas estão acostumadas a enxergar os objetos por essas fontes e acabam não percebendo que a visão está diretamente ligada a elas, ou seja, se consegue observar um objeto em consequência da luz chegar até ele o iluminando, e posteriormente sendo refletido até os olhos (GASPAR, 2013).

Luz

A maioria das informações que nos rodeiam são transmitidas através da visão. Isso acontece devido os olhos serem sensibilizados por meio da luz proveniente dos objetos, ou seja, para que se possa ver é necessário que o objeto emita ou reflita luz.

Desde a antiguidade a luz é considerada um fenômeno intrigante por muitos cientistas. Os gregos indagavam se os olhos eram responsáveis por emitir raios que permitiam enxergar os objetos. Aristóteles (384-322 a.C.) foi a primeira pessoa que se tem notícia a adotar a natureza ondulatória da luz. Para ele a luz era uma espécie de fluido imaterial que chegava aos nossos olhos, vindo dos objetos, através de ondas (CARVALHO, 2005).

A maior parte dos cientistas da época acreditava que a luz era uma onda que se propagava num meio material chamado éter. Da mesma maneira como ondas na praia se propagam na água e ondas sonoras se propagam no ar, as ondas de luz precisariam de um meio material para propagarem-se. O éter tinha de ser transparente, sem massa e mesmo assim existir por todo universo, preenchendo-o completamente. Essa discussão chegou ao fim quando Isaac Newton defendeu a ideia de vácuo absoluto, expulsando o éter. Para Newton a luz era constituída por partículas e sua propagação pelo vácuo não teria nenhum problema. A maior parte dos cientistas aceitou o modelo corpuscular da luz. Entretanto, um outro modelo foi proposto pelo holandês Christiaan Huygens (1629 – 1695), onde propôs a luz como tendo propriedades ondulatórias. Esse modelo não foi imediatamente aceito, até que em 1801 Thomas Young (1773 – 1829) mostrou em um

experimento que a luz apresentava um comportamento ondulatório através dos fenômenos da difração e interferência. Nesse experimento as ondas luminosas são emitidas de uma única fonte passando por um anteparo com duas fendas, sendo recombinadas e conseqüentemente se anulando por interferência destrutiva e se intensificando por interferência construtiva (CARVALHO, 2005).

Atualmente é sabido que dependendo da situação a luz possui comportamento ondulatório ou corpuscular, manifestando seu caráter dual (onda-partícula). O fato de possuir um caráter dual não implica que em um experimento apareça os dois comportamentos, pelo contrário, ambos os aspectos não podem ser identificados simultaneamente num mesmo experimento.

Apesar do modelo da onda eletromagnética explicar a maioria das propriedades da luz, existem experimentos que não são esclarecidos considerando a luz como onda. Dessa forma, a luz deve ser considerada como tendo uma natureza dupla: em algumas situações a luz se comporta como onda e em outras como partícula.

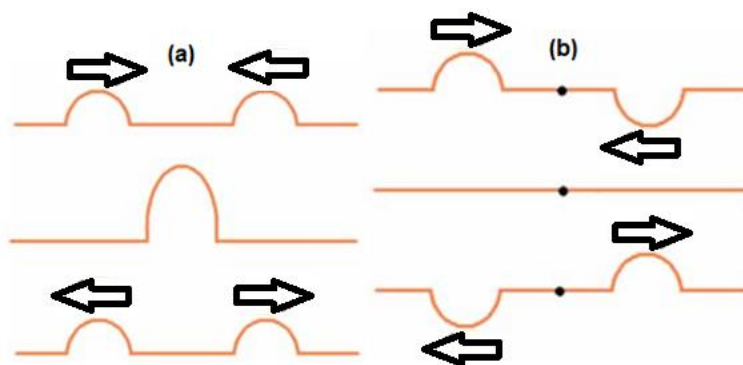
Saiba Mais: Interferência

Imagine que em uma mesma corda sejam produzidos dois pulsos de onda que se propagam um em direção ao outro, conforme mostrado na figura 10 (a). Se os pulsos de ondas se encontram, teremos como resultado um pulso de onda cuja amplitude (distância do eixo principal da onda até o ponto mais alto ou mais baixo da onda) é a soma das amplitudes individuais. Esse fenômeno é chamado de interferência construtiva.

Imagine agora, uma situação em que um dos pulsos está invertido (figura 10 (b)). Nesse caso, se ambos se encontrarem, o resultado é um pulso com a diferença das amplitudes. Esse fenômeno é chamado de interferência destrutiva. Se os pulsos de onda da figura 10 (b) não tiverem mesma amplitude, quando se cruzarem o resultado será um pulso com uma amplitude pequena, resultado de uma interferência destrutiva parcial.

Algo importante a ressaltar é que, após qualquer interferência, os pulsos continuam a se propagar com as mesmas características que tinham antes de se cruzarem.

Figura 10 - Dois tipos de Interferência: (a) Duas ondas se interferem construtivamente; (b) Duas ondas se interferem destrutivamente.



Fonte: Elaborado pela autora.

Ler e Refletir

- **Porque não conseguimos enxergar no escuro?**

Resposta: o olho humano possui dois tipos de células que são capazes de nos fazer enxergar: os cones e os bastonetes. Esses possuem segmentos fotossensíveis capazes de serem sensibilizados quando expostos à luz. Desse modo, quando se está em um lugar bem iluminado tudo ao seu redor pode ser observado em cores (exceto pessoas com certos distúrbios visuais), em virtude dos cones. Já, se há baixa luminosidade mobilizam-se os bastonetes. Entretanto, conseguimos enxergar apenas os objetos que emitem ou refletem luz, caso não haja luminosidade não se observará nada, mas uma incrível escuridão.

- **Poderes à Prova¹**

Por: Adilson de Oliveira

Entre maio e agosto, muitos filmes são lançados nos cinemas norte-americanos, e conseqüentemente, no Brasil. Em 2012 não tem sido diferente. E tal como nos últimos anos, entre os principais sucessos estão os filmes de super-heróis. Vingadores, Homem de Ferro, Homem-Aranha, Batman, Superman, Capitão América e outros ganham destaque nas telas de cinema, talvez pelo apelo que esses personagens têm em diversas faixas etárias. Muitos, como eu, os conhecem desde a infância. Outros podem estar em seu primeiro contato.

A grande maioria desses personagens foi originalmente criada em um tipo particular de literatura: as histórias em quadrinhos. Nas tiras de jornais ou em revistas exclusivas surgiram heróis e vilões com poderes sobre-humanos, como capacidades de voar, levantar objetos pesando muitas toneladas, vencer grandes distâncias rapidamente, entre outros.

¹ Fonte: < <http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/fisica-sem-misterio/poderes-a-prova> >

Os criadores dos super-heróis explicam a origem dos superpoderes de diversas formas. Alguns decorrem da ação de radiações ou drogas que provocam alterações no organismo. Em outras situações, os poderes surgem de uma ‘herança genética’ ou processo evolutivo diferenciados, como a de um ser nascido em outro planeta. Eles podem ser ainda ‘fabricados’ com a ajuda de tecnologias avançadas.

O mais famoso dos super-heróis é o Superman, que surgiu em 1938, em uma história em quadrinhos. Por ter nascido em um planeta diferente (Kripton), com uma gravidade muito maior do que a da Terra e na órbita de uma estrela gigante vermelha, ao ser enviado ao nosso planeta, com ação da gravidade menor e na órbita de uma estrela amarela (o Sol), apresenta características especiais.

Os superpoderes do Superman são realmente fantásticos. Ele pode voar em altíssimas velocidades (algumas vezes até mais rápido do que a luz) e tem superforça, supervisão, superaudição, visão de calor e de raios X. Será que tais poderes seriam possíveis na vida real?

[...]

Entre os outros poderes, a visão de raios X talvez seja o mais difícil de justificar. Quando observamos qualquer objeto, só o vemos porque ele está refletindo ou emitindo luz. Mesmo que os olhos do Superman emitissem raios X, estes não refletiriam na matéria da mesma maneira que a luz visível.

Ao incidir raios X sobre um objeto, como quando fazemos uma radiografia ou tomografia do nosso corpo, o processo é diferente. Uma parte da radiação atravessa o corpo e a outra é absorvida. Dependendo da forma que essa radiação é absorvida pelos diferentes tecidos, ocorrem os contrastes que sensibilizam o filme fotográfico (ou detector) colocado atrás do corpo, criando a imagem.

- **Vídeos² de pequena duração em que mostram os olhos de alguns super-heróis emitindo luz:**

✓ < <https://www.youtube.com/watch?v=BNDjs4h4WEc> >;

✓ < <https://www.youtube.com/watch?v=QosocfPxVKQ> >.

Fontes de Luz

Existem dois tipos de fontes de luz: as primárias e as secundárias. Fontes primárias são aquelas que emitem luz própria, como o Sol, uma lâmpada acesa, as estrelas, uma fogueira. Por sua vez, uma fonte secundária é qualquer objeto que necessite ser iluminado por uma fonte primária para ser observado. Basta pensar que na escuridão total não se observa nada. Esses apenas são observados quando iluminados por raios de luz vindo de outros objetos (GASPAR, 2013).

O ramo da Física que estuda o comportamento da luz é chamado óptica. Por sua vez, a óptica é dividida em dois ramos: a óptica física e a óptica geométrica. A primeira

² O que é mostrado nesses vídeos está contra ao que foi estudado até o momento, já que os olhos desses personagens emitem radiações.

trata a luz em sua natureza, como onda ou partícula, enquanto a segunda trata a luz como raios.

Esse texto irá abordar apenas o estudo geométrico dos raios de luz. Desse modo, não será dado ênfase a natureza da luz, mas nas dimensões da fonte de luz em relação ao objeto em estudo.

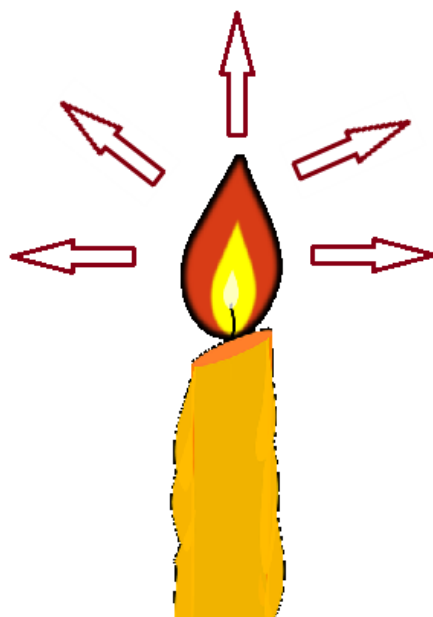
Princípios da Óptica Geométrica

O estudo da óptica geométrica se baseia em três princípios (HEWITT,2011):

1º) *Princípio da propagação retilínea*: Em meios homogêneos a luz se propaga em linha reta.

Na figura 11 vemos uma vela acesa. Perceba que a luz está sendo representada por linhas retas e que as mesmas estão sendo emitidas em todas as direções (emissão isotrópica). Analise separadamente cada raio de luz e perceberá que se propagam em linha reta.

Figura 11 – Propagação dos raios de luz.



Fonte: Elaborada pela autora.

2º) *Princípio da independência dos raios luminosos*: Cada raio de luz se propaga independente dos demais.

Quando dois ou mais raios de luz se cruzam, cada um segue seu caminho de maneira independente, ou seja, um não interfere no outro. A figura 12 ilustra essa propriedade.

Figura 12 – Independência dos raios luminosos.

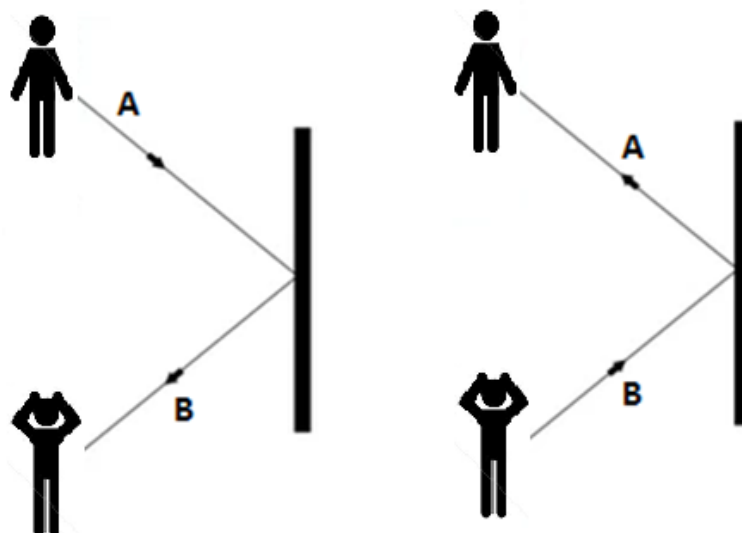


Fonte: Elaborado pela autora.

3º) *Princípio da reversibilidade*: a trajetória dos raios independe do sentido de propagação.

A figura 13 ilustra duas pessoas que se enxergam em um mesmo espelho sem estarem de frente para o mesmo. A trajetória dos raios luminosos pode ser tanto de A para B quanto de B para A. Tente fazer isso, pegue um espelho e procure observar alguém por ele. Em seguida, pergunte a essa pessoa se ela está o observando. Você irá constatar que esta pessoa apenas o observa quando você também está observando ela.

Figura 13 – Reversibilidade dos raios luminosos.



Fonte: Elaborada pela autora.

Alguns experimentos simples nos permitem visualizar os três princípios da óptica geométrica. A seguir, temos três experimentos para serem feitos em sala de aula.

Experimento 1: Pulverizando a luz

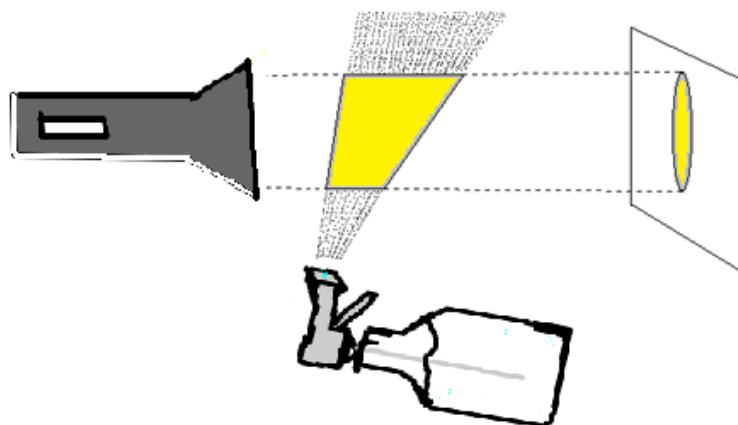
Materiais:

- Pulverizador;
- Leite;
- Água;
- Lanterna.

Como fazer

- Coloque água no pulverizador e misture o leite aos poucos, até que a mistura fique esbranquiçada;
- Ligue a lanterna e aponte para parede, mantendo-a em uma posição fixa;
- Pulverize a mistura de água e leite ao longo do feixe de luz, conforme ilustrado na figura 14 e observe.

Figura 14 – Ilustração do experimento.



Fonte: Elaborado pela autora.

Questões

1. O que foi possível observar no experimento? Pode-se dizer que a Luz se propagou em zig-zag? Por quê?

Resposta: É possível observar que o feixe luminoso criado pela lanterna se propaga em linha reta e não de qualquer outro modo até o obstáculo. Isso significa que a luz não se propaga de forma a fazer zig-zag, mas de maneira retilínea.

Experimento 2: Propagação da luz

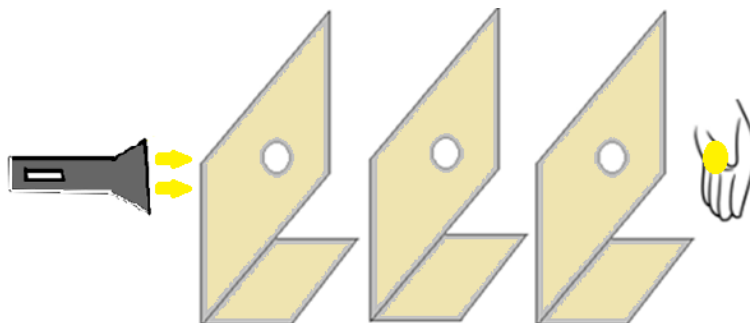
Materiais:

- Lanterna;
- Cartolina;
- Tesoura.

Como fazer:

- Corte três retângulos de cartolina com as dimensões 10 cm x 15 cm;
- Faça um corte de 5 cm no meio do lado menor de cada cartão;
- No lado cortado, dobre cada parte para um lado, buscando que o cartão fique equilibrado na vertical;
- Faça uma abertura circular pequena (figura 15) no meio da cartolina equilibrada na vertical (essa abertura deve ser igual e na mesma posição das três cartolinas);
- Coloque os cartões em fila com as aberturas alinhadas;
- Ilumine as aberturas com a lanterna com as aberturas alinhadas e verifique se a luz consegue atravessa-la;
- Utilize sua mão como anteparo e observe;
- Desalinhe um cartão e observe.

Figura 15 – Raios de luz em linha reta.



Fonte: Elaborado pela autora.

Questões

1. O que esse experimento mostrou quando os cartões estavam alinhados? Porque se tem esse efeito?
2. O que acontece quando os cartões não estão alinhados?

Respostas:

1. Quando os cartões estão alinhados é possível ver a luz da lanterna, isso porque a luz se propaga em linha reta através dos furos.
2. Quando um dos cartões é desalinhado, não é mais possível ver a luz, porque esta encontra um obstáculo sobre um dos cartões. Isso apenas seria possível se a luz

tivesse uma trajetória curva. Dessa forma, por meio desse experimento se percebe que a luz se propaga em linha reta.

Experimento 3: Raios Luminosos

Materiais:

- Dois lasers ou duas lanternas;
- Duas folhas brancas de papel A4.

Como fazer:

- Coloque as duas folhas uma do lado na outra sobre uma superfície plana;
- Acione os lasers sobre as folhas de papel A4;
- Faça com que os raios de luz se cruzem.

Questões

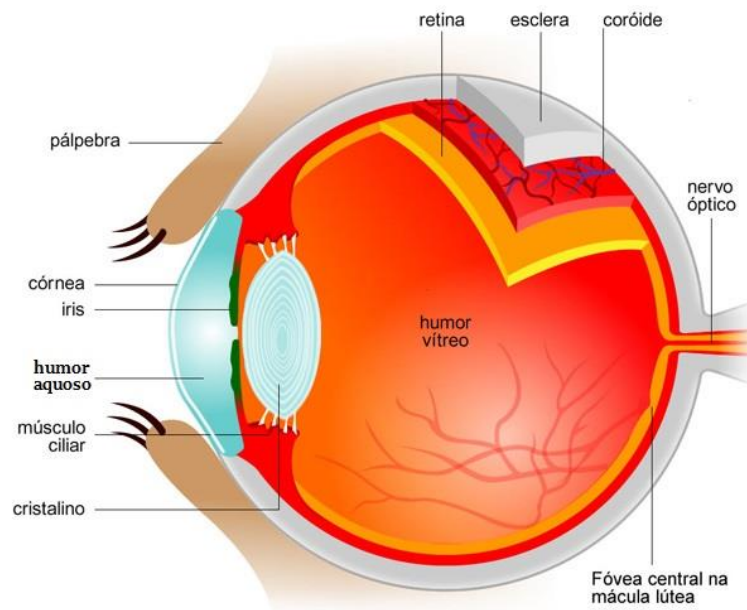
1. O que se observou quando os feixes luz se cruzaram? Porque isso aconteceu?

Resposta: Observou-se que apesar de haver cruzamento dos feixes de luz, não ocorreu mudança na propagação de nenhum dos raios. Isso é um dos princípios da óptica geométrica: cada raio de luz se propaga independente de outros.

Olho Humano

O olho humano é o órgão do sentido capaz de perceber a luz, as cores, as formas, os movimentos e espaços. Este órgão possui características primordiais que as câmaras mais sofisticadas não conseguem reproduzir (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982). Nosso olho possui um sistema automático de focalização de imagens, tanto a 25 cm como a distâncias muito maiores. A íris funciona como um diafragma, capaz de controlar a quantidade de luz que penetra no olho. Além de ser eficientemente capaz de proporcionar a visualização de objetos em ambientes com muita luz como em lugares pouco iluminados, também é capaz de formar imagens invertidas na retina, sendo papel do cérebro fazer a inversão da imagem de maneira que este fique como o objeto real. O olho humano (figura 16) possui como estruturas externas a pupila, a íris, a córnea, a pálpebra, a esclera, os músculos extrínsecos e o nervo óptico. Em seu interior se encontra o cristalino, o humor vítreo e aquoso, a coroide e a retina composta por fotorreceptores e células nervosas (DURAN, 2011).

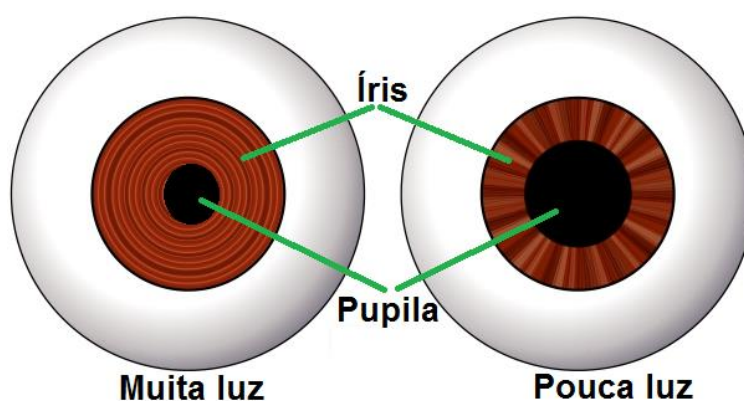
Figura 16 – Olho humano.



Fonte: < <http://goo.gl/qrBJnI> >

A pupila e a íris são responsáveis pela entrada de luz que penetra o olho. A primeira pode mudar o seu diâmetro, variando sua área em até 16 vezes (DURAN, 2011). A segunda é a parte colorida do órgão, podendo ser verde, azul, cinza e castanho. Esta irá depender da herança genética, em que participam dois ou mais pares de genes. Nos seres humanos, as variações de cores acontecem devido a melanina produzida pelo melanócitos (células produtoras de melanina) na íris. A pupila é capaz de controlar a quantidade de luz que é focalizada na retina pelo sistema de lentes, sendo incapaz de responder instantaneamente a variações de intensidade luminosa (figura 17). Em locais muito claros permanece contraída, permitindo pouca entrada de luz e em locais escuros, a pupila se dilata, facilitando a entrada de luz. Desse modo, são necessários pelo menos 5 segundos para ela se fechar e 300 segundos para se abrir ao máximo (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982).

Figura 17 – Dilatação da pupila.



Fonte: Elaborado pela autora.

A córnea é uma camada curva, clara e transparente, que juntamente com a esclera (conhecida como “branco do olho”), possui a função de proteção, compondo a parte fibrosa do olho. Além da parte protetora, esta componente funciona como uma lente, sendo a principal responsável pela focalização de luz na retina, isso porque a diferença do índice de refração do ar (1,00) e da córnea (1,37) é a maior comparada a outras componentes do olho (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982). Isso explica o porquê quando uma pessoa se encontra submerso na água ter o poder de focalização diminuído, já que o índice de refração da água (1,33) é praticamente igual ao da córnea (1,37).

O humor aquoso é um fluido incolor, transparente, constituído de água (98%) e sais dissolvidos (2%). É responsável por fornecer nutrientes à córnea e ao cristalino, e também por manter constante a pressão do olho, que em condições normais é menor que 22 mmHg. Esse fluido é produzido continuamente, cerca de 5 ml ao dia e seu excesso é drenado pelo canal de Schelemm (canal que recolhe o fluido em excesso e envia para a corrente sanguínea). Um problema na drenagem ou uma maior concentração de sais no humor aquoso leva a um aumento na pressão ocular, conhecida como glaucoma. Após a luz atravessar o humor aquoso, a luz encontra o cristalino, outra estrutura que também é responsável pela focalização da luz na retina. Este possui um formato encurvado envolto por uma membrana clara e elástica. Esta elasticidade diminui progressivamente com a idade, provocando alguns problemas de visão. É devido aos músculos ciliares em torno do cristalino, que se altera o formato do mesmo, mudando sua curvatura para facilitar a obtenção de raios na retina (TORTORA; DERRICKSON, 2010).

Em seguida os raios de luz atravessam o humor vítreo, uma substância clara e gelatinosa que preenche o espaço entre o cristalino e a retina de modo a manter a forma esférica do olho. O índice de refração nessa parte do olho é praticamente o mesmo do

crystalino, portanto os raios luminosos mantêm praticamente o mesmo curso estabelecido anteriormente.

Enfim a retina, parte do olho que possui uma rede de nervos, capaz de serem sensibilizados pela luz, onde ocorre a conversão de imagem luminosa em pulsos elétricos nervosos, que são levados ao cérebro para serem processados (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982). Na retina, os cones e os bastonetes são os dois tipos de fotorreceptores. Os cones são responsáveis pela visão detalhada da luz do dia, é devido a esse fotorreceptor que temos a percepção das cores. Segundo Okuno, Caldas e Chow (1982), os cones são sensíveis às cores primárias (azul, verde e vermelho), sendo as demais cores resultantes das combinações dessas. Estes fotorreceptores se concentram na parte central da retina, numa região chamada fóvea. A visão detalhada com grande luminosidade é conseguida movendo o globo ocular para manter a imagem nessa região. Os bastonetes cobrem quase toda a retina e funcionam com maior eficiência quando a luz está fraca, sendo pouco sensível a cores.

A coróide localiza-se entre a esclera e a retina, sendo responsável pela absorção da luz que chega à retina, evitando reflexão.

Maquete do Olho Humano

Materiais

- Uma bola de isopor de 15 cm de diâmetro;
- Um estilete;
- Uma forma de ovo de páscoa liso, de 250 gramas;
- Bastão de cola quente;
- Pistola de cola quente;
- Tinta guache nas cores: alaranjada, amarela, preta, azul e rosa;
- Pinceis de tinta;
- Papel bolha;
- Uma lupa;
- Uma tampa de PVC;
- Um balão liso transparente.

Como fazer

- Pegue o estilete e faça um corte transversal em uma das partes da bola de isopor que se conectam, como representado pelo número 1 da figura 18;
- Encaixe essa parte cortada com a outra metade da bola. Use a cola de isopor para fixar e espere secar (isto representará a parte externa do olho);
- Faça um pequeno furo, de 2,5 cm de diâmetro, no meio da ligação do isopor que você acabou de colar (isto representará a pupila);
- Faça um pequeno furo de 1 cm de diâmetro, no lado oposto ao que você acabou de fazer, porém um pouco mais abaixo (isto representará o início do nervo óptico);
- Tire a lente da lupa e cole-a na parte interna da bola de isopor, de tal forma que “cubra” o orifício de 2,5 cm de diâmetro (isto representará o cristalino);
- Pegue a forma de ovo de páscoa e recorte um círculo de aproximadamente 6 cm de diâmetro (isto representará a córnea);
- Repita o procedimento anterior com o papel bolha (isto representará o humor aquoso);
- Com o recorte em círculo da forma do ovo de páscoa, centralize-o sobre o orifício e o contorne-o com um lápis;
- Pinte o orifício de 2,5 cm de diâmetro (entre a parte externa e interna da bola) com a cor preta;
- Pinte a região externa circulada por você com a cor azul (isto representará a íris) e espere secar;
- Coloque na parte interna do círculo recortado da forma do ovo de páscoa o papel bolha recortado e despeje cola de isopor sobre a borda do círculo.
- Centralize o conjunto em frente ao orifício de 2,5 cm de diâmetro e cole-o no isopor, como representado pelo número 2 da figura 18;
- Pinte a parte interna da bola com a cor alaranjada e espere secar;
- Utilize a cola quente para fazer as ramificações em torno da lente da lupa, como representado pelo número 3 da figura 18;
- Pinte essas ramificações com a cor rosa (isto representará os músculos ciliares);
- Pinte com as cores amarelo e vermelho as demais partes do olho representadas pelos números 4 e 5;
- Encha o balão com água de modo que caiba dentro do isopor;
- Coloque o balão com água dentro do aparato como representado na figura 19;

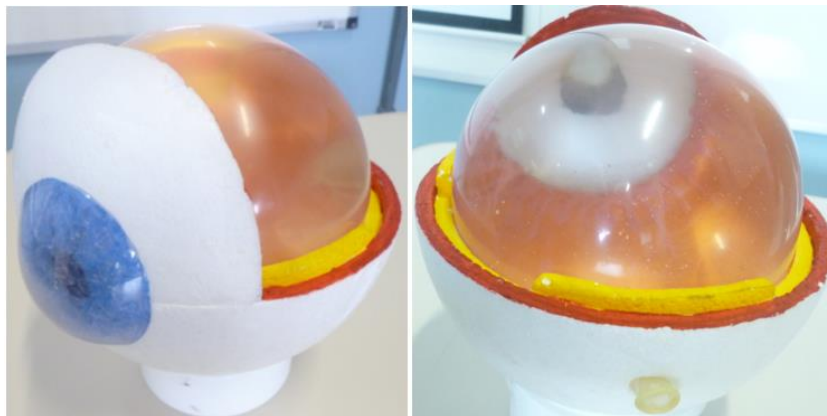
- Coloque o aparato sobre a tampa de PVC, que servirá de suporte.

Figura 18 – Construção do olho



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 19 – Maquete do olho humano.



Fonte: Elaborado pela autora.

Ler e Refletir

- **Por que temos dois olhos e não apenas um?**

Resposta: Esse fato permite que vejamos os objetos em três dimensões. Cada olho recebe a luz vinda do objeto de uma determinada posição. Ambos os olhos captam imagens ligeiramente distintas as interpretando e através do cérebro avaliando a distância que o objeto se encontra. É o cérebro que leva em conta as diferenças entre as imagens se encarregando de fundi-las em uma única imagem (ORLANDI, 2013).

Assim como o ser humano, os macacos, os gatos, os cachorros e entre outros, possuem visão binocular. Desse modo, os olhos dessas espécies se encontram na parte frontal da cabeça, facilitando uma visão tridimensional e uma melhor avaliação de distância.

- **Como se forma a remela?**³

Aquela pelota amarela ou branca que se forma no canto dos olhos quando acordamos é uma espécie de sobra das lágrimas.

Por: Yuri Vasconcelos

Aquela pelota amarela ou branca que se forma no canto dos olhos quando acordamos é uma espécie de sobra das lágrimas. Essencial para a lubrificação dos olhos, a lágrima é formada por 3 componentes: uma camada de muco, que aprisiona partículas de poeira; uma camada líquida, que fornece sal, proteínas e outros componentes importantes para a saúde da córnea; e uma camada gordurosa, mais externa, que ajuda a prevenir a evaporação da lágrima na superfície do olho. Depois que as lágrimas são produzidas, elas se espalham pelo olho graças ao movimento de abrir e fechar das pálpebras. O excesso do fluido lacrimal é empurrado para o canto do olho, junto com poeira e todo tipo de sujeira que chega à nossa visão. À noite, nossas glândulas lacrimais reduzem a produção da parte aquosa da lágrima, mas continuam a produzir muco e gordura. O ressecamento dessa meleca dá origem à remela – ou ramela, as duas formas estão certas. Em geral, ela não é sinal de problemas, mas, se a produção for excessiva e esverdeada, pode estar rolando uma infecção na conjuntiva, a membrana que cobre a parte interna das pálpebras. Daí, é preciso consultar um oftalmologista para se ver livre do incômodo e evitar problemas.

Experimento 4: Alvo

Materiais:

- Dois lápis ou canetas;
- Auxílio de um colega.

Como fazer:

- Você e seu colega seguram um lápis cada um com a mão direita esticada;
- Mantenha seu olho fechado com sua mão esquerda;
- Tentem encostar a ponta dos dois lápis;
- Repita os procedimentos com os dois olhos abertos.

Questões:

1. O que aconteceu quando você estava com um dos olhos cobertos e você e seu colega tentaram encostar as pontas dos lápis? Por que isso acontece?

Resposta: Não foi possível encostar as pontas dos lápis com um dos olhos cobertos. Isso acontece devido a visão binocular do ser humano ao qual permite uma avaliação de

³ Fonte: <http://super.abril.com.br/ciencia/como-se-forma-a-remela>

distância, fornecendo uma visão tridimensional. O cérebro recebe informações de cada olho e as interpreta, em conjunto, com muito mais eficiência.

Experimento 5: Pontaria

Materiais:

- Você.

Como fazer:

- Tape o olho esquerdo com a mão esquerda;
- Estique o braço direito e aponte para um objeto distante;
- Com a mão esquerda, descubra o olho esquerdo e tape o olho direito, com cuidado para não mover o braço direito.

Questões:

1. Houve alguma modificação na direção em que você estava apontando para o objeto? Porque isso acontece?

Resposta: Sim, houve modificação. Isso acontece em virtude de cada olho enxergar imagens ligeiramente distintas. É o cérebro que interpreta essas imagens para nós, por isso quando vemos com os dois olhos não conseguimos ter essa percepção de diferença.

Experimento 6: Câmara escura com furo

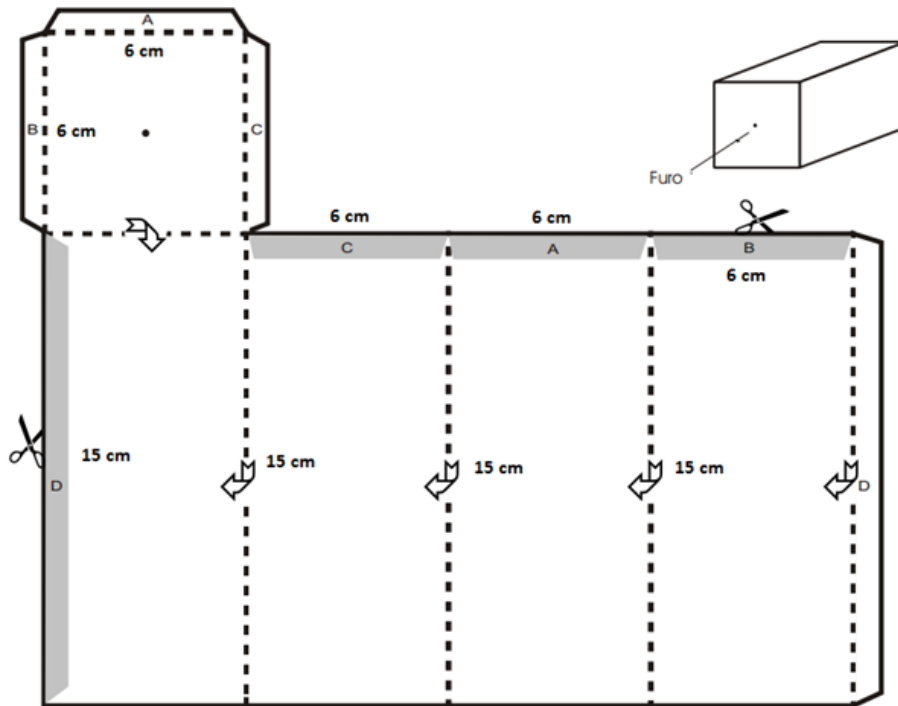
Materiais:

- Papel cartão preto;
- Pedaco de papel vegetal;
- Régua;
- Cola;
- Tesoura.

Como fazer:

- Construa uma caixa de papel cartão, com a face preta voltada para dentro, seguindo as orientações da figura 20;
- No meio de uma das faces faça um orifício e na face oposta deixe a abertura;

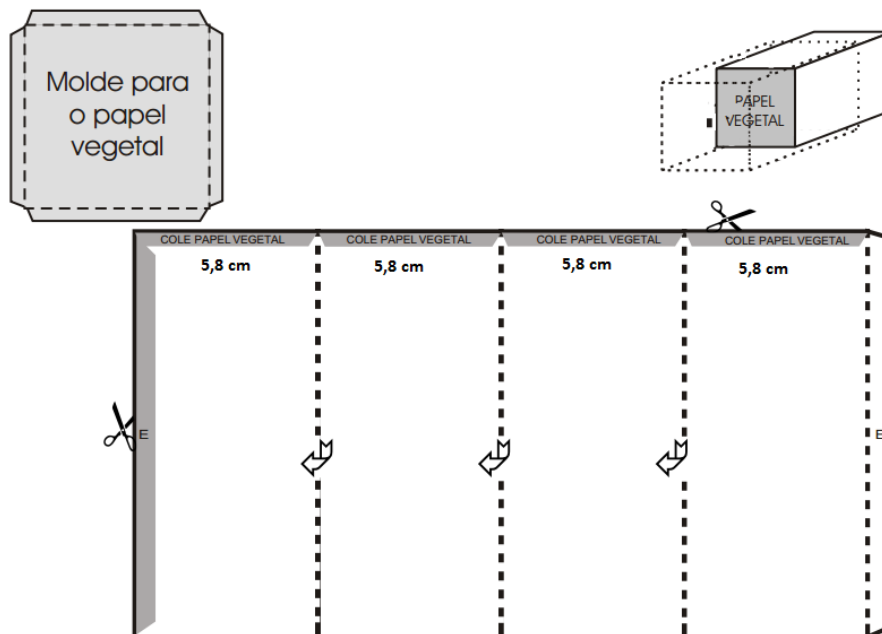
Figura 20 – Câmara escura com furo.



Fonte: < <https://goo.gl/VvXp0V> >

- Construa uma caixa de papel cartão sem tampa que deve ter uma aresta pouco menor que a outra (por exemplo, 5,8 cm) de forma a poder deslizar dentro dela (Figura 21);
- Em uma das aberturas será afixado o papel vegetal, não esqueça de deixar uma pequena borda para ele poder ser colado na caixa.

Figura 21 – Caixa de papel cartão sem tampa.



Fonte: < <https://goo.gl/VvXp0V> >

- Encaixe as caixas;
- Dirija a face com orifício para uma janela ou um lugar bem iluminado (chama de uma vela) e observe.

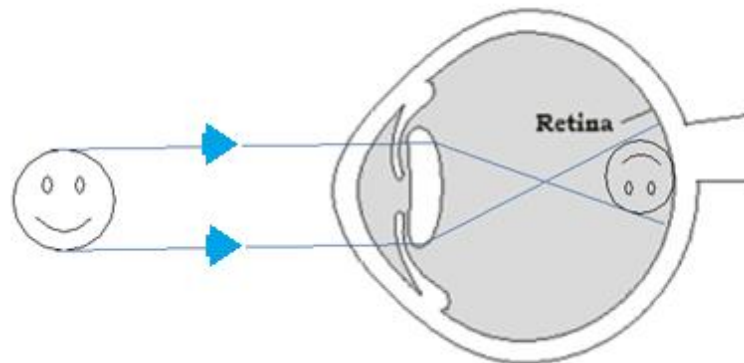
Questões

1. Como são as imagens observadas por meio do uso do aparato? Por que isso acontece?
2. É possível utilizar a câmara escura em um ambiente com pouca luminosidade? Por quê?

Respostas

1. As imagens projetadas no papel vegetal são invertidas e em tamanho reduzido, em virtude da luz se propagar em linha reta. Isso acontece a todo instante quando observamos os objetos. As imagens projetadas sobre a retina são invertidas em relação aos objetos vistos (figura 22). O cérebro se encarrega de fazer a interpretação dessa imagem, fazendo não se perceber essa inversão.

Figura 22 – Imagem na retina de cabeça para baixo.



Fonte: Elaborado pela autora.

2. Não é possível utilizar a câmara escura em um ambiente com pouca luz, pois para a imagem ser projetada sobre o papel vegetal é necessário que se tenha luz. Caso contrário não será observado nada.

Experimento 7: Dentro do olho

Materiais

- Papel seda;
- Cartolina;
- Lanterna;
- Uma lupa;
- Massa de modelar;
- Fita adesiva;
- Três caixas de leite;
- Globo de vidro de base chata com água.

Como fazer

- Cole com a fita adesiva o papel seda em um dos lados do globo de vidro;
- Dobre a cartolina no meio e recorte uma figura. Desdobre-a;
- Pegue uma caixa de leite e retire a parte superior e a parte inferior da caixa;
- Cole em uma das extremidades da caixa de leite a cartolina com a figura que você recortou (Figura 23);
- Fixe essa caixa sobre a outra caixa de leite, essa servirá de suporte;
- Coloque a lanterna dentro da caixa em que a figura foi colada;

- Faça da última caixa de leite um suporte para segurar a lupa, para isso fixe a lupa na caixa com a massa de modelar em seu interior (Figura 23);
- Acenda a lanterna e movimente a lupa para frente e para trás até a imagem ficar nítida (Figura 24).

Figura 23 – Esquema do aparato montado.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 24 – Imagem projetada no papel seda.



Fonte: Elaborado pela autora.

Questões

1. Qual parte do olho o papel vegetal está representando? Por quê? E o conjunto lupa e globo com água?

Resposta: O papel vegetal representa a “retina”, que fica no final do olho. É responsável por captar a luz e transmitir ao cérebro. O conjunto lupa e globo com água representam

as partes transparentes dos nossos olhos, ao qual desviam o raio de luz fazendo a imagem se formar de cabeça para baixo na retina.

Experimento 8: Câmara escura com lente

Materiais

- Uma lupa;
- 15 cm (aproximadamente) de cano de PVC de 100 mm;
- Uma bola de isopor de 30 cm de diâmetro;
- Papel vegetal;
- Tesoura;
- Estilete;
- Pinceis;
- Um spray de tinta preta fosca;
- Tinta guache azul e preta.

Como fazer

- Abra a bola de isopor;
- Em uma das metades da bola de isopor, faça um pequeno orifício de aproximadamente 3 cm de diâmetro no lado oposto a extremidade aberta;
- Faça o mesmo procedimento anterior, porém o orifício deverá ter o mesmo tamanho da abertura do cano de PVC;
- Pinte a parte interna da bola com o spray de tinta preta fosca;
- Com a cola de isopor cole a lente na parte interna da bola com o orifício de 3 cm de diâmetro;
- Faça um círculo com o papel vegetal de modo que este seja um pouco maior que a abertura do cano de PVC. Recorte-o;
- Cole o círculo de papel vegetal em uma das extremidades do cano de PVC, recorte o excesso;
- Encaixe o cano de PVC no orifício que possui a mesma abertura do cano. O papel vegetal deve ficar voltado para parte interna da bola (Figura 25);
- Desenhe e pinte a íris na parte externa da metade da bola que possui a lente (Figura 25);

- Encaixe as metades da bola de isopor, mire para um lugar que tenha luz e movimente o cano de PVC até a imagem ficar nítida (Figura 26).

Figura 25 – Esquema de montagem.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 26 – Câmara escura com lente montada.



Fonte: Elaborado pela autora.

Questões

1. Qual parte do olho o papel vegetal e a lente da lupa estão representando?

Resposta: O papel vegetal representa a retina e a lente da lupa simboliza as estruturas transparentes do olho (córnea, humor aquoso, cristalino e humor vítreo).

Experimento 9: Focalizando imagens

Materiais:

- Dois objetos quaisquer.

Como se faz:

- Coloque um objeto a uma distância de 2 m de você;
- Na mesma direção do primeiro objeto coloque o outro aproximadamente a 30 cm de você.
- Feche um olho e tente visualizar o objeto que está a 30 cm de você;
- Feche um olho e tente visualizar o objeto que está a 2 m de você.

Questões:

1. Foi possível a observação de maneira nítida dos objetos nos dois casos mencionados no experimento? Justifique.

Resposta: Não. No primeiro caso quando foi observado o objeto a 30 cm o objeto distante não ficava nítido. No segundo caso o objeto distante ficou nítido e o que estava próximo não. Isso acontece em virtude da capacidade que o olho possui de focalizar objetos próximos ou distantes. Isso se deve aos músculos existentes em torno do cristalino que conseguem alterar seu formato.

Reflexão e Refração da Luz

Quando um raio luminoso atinge uma superfície lisa que separa dois meios transparentes, tais como o ar e o vidro, parte do raio luminoso é refletido (volta para o meio de origem) e parte do raio é refratado (passa para o outro material), conforme ilustrado na figura 27.

Figura 27 – Reflexão e refração.



Fonte: Sears e Zemansky, p. 4.

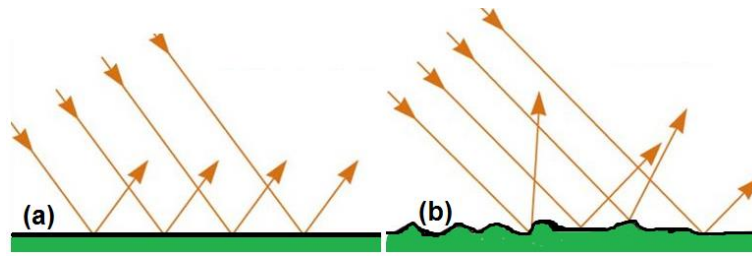
Reflexão é o fenômeno que permite a luz voltar a se propagar no meio de origem, após incidir sobre uma superfície. Quando os raios de luz proveniente de alguma fonte luminosa atingem um objeto e são refletidos, os raios de luz chegam aos nossos olhos permitindo que tal objeto seja visualizado.

Refração é o fenômeno no qual um material permite a transmissão dos raios luminosos que incidem sobre ele. Quando um raio luminoso é refratado, muitas vezes acontece a mudança da trajetória do raio de luz em relação à trajetória original.

Os corpos podem transmitir ou refletir toda a luz incidente ou ainda absorver parte e refletir o restante. Se a superfície não for um absorvedor perfeito, alguma parcela de luz é refletida. Dessa maneira, caso a superfície seja polida, os raios refletidos serão paralelos, como ilustrado na figura 28 (a). A reflexão de uma superfície polida é denominada reflexão especular. Caso a superfície seja irregular, os raios luminosos são refletidos em várias direções, como ilustrado na figura 28 (b). Isso é decorrente das irregularidades das superfícies dos corpos. A reflexão de uma superfície áspera é denominada reflexão difusa (HALLIDAY; RESNICK, 2009).

A reflexão especular é necessária para a formação de imagens definidas. Se a superfície for irregular, ocorre a reflexão difusa e a imagem não fica nítida. Ambos tipos de reflexão acontecem na superfície de uma estrada quando você dirige à noite. Em uma noite chuvosa, as irregularidades da pista são preenchidas pela água, deixando a superfície lisa (reflexão especular). Em uma noite seca, a luz é espalhada para fora da estrada em diferentes direções (reflexão difusa).

Figura 28 – (a) Reflexão especular (b) Reflexão difusa.



Fonte: Elaborado pela autora.

Aprofundamento: Leis da Reflexão e Refração da Luz

Dos estudos experimentais das direções dos raios incidentes, refletidos e refratados em uma interface lisa entre dois meios transparentes levaram a três leis fundamentais (SERWAY; JEWETT JR, 2004):

1. O raio incidente, o refletido e o refratado estão no mesmo plano que a reta normal à superfície;
2. O ângulo de reflexão θ_r é sempre igual ao ângulo de incidência θ_a em relação a reta normal para qualquer material;
3. Para a luz monocromática (formada por uma única cor) e um dado par de materiais a e b, separados pela interface, a razão entre o seno dos ângulos θ_a e θ_b é igual ao inverso da razão entre os índices de refração.

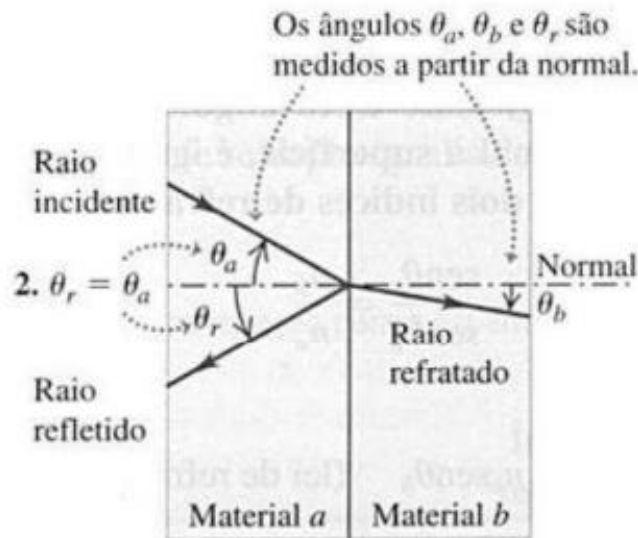
$$\frac{\text{sen}\theta_a}{\text{sen}\theta_b} = \frac{n_b}{n_a} \quad (1)$$

Ou

$$n_a \text{sen}\theta_a = n_b \text{sen}\theta_b \quad (2)$$

A refração acontece sempre que a luz passa de um meio para outro, ocorrendo em muitos casos um desvio na trajetória do raio de luz. Isso acontece por que a velocidade de propagação em cada meio é diferente. Nesse processo, parte do raio é refletido e parte é refratado (Figura 29).

Figura 29 – Raio de luz refletido e refratado.



Fonte: Sears e Zemanky, p. 5.

O raio que penetra no segundo meio experimenta uma mudança de direção. Enquanto a luz se propaga no ar, sua velocidade é de aproximadamente 3×10^8 m/s. Ao entrar no vidro, sua velocidade é reduzida a mais ou menos 2×10^8 m/s. Desse modo, o raio refratado se aproxima da reta normal (reta perpendicular a superfície), caso aconteça o contrário, o raio refratado se afastará da reta normal. Isso acontece em razão da luz interagir com os átomos do vidro, fazendo eles vibrarem. Essa vibração é transmitida átomo por átomo, e isso requer tempo para acontecer. Essas absorções e emissões causam a diminuição da velocidade média da luz através do vidro. Se caso a luz retornar para o ar, a velocidade média volta ao seu valor original (SERWAY; JEWETT JR, 2004).

Portanto, a luz muitas vezes sofre um desvio na sua trajetória ao ser refratada em virtude da velocidade média da luz ser diferente nos dois meios. Com isso, pode-se definir uma grandeza chamada *índice de refração* de um material, designada pela letra n como sendo a razão entre a velocidade da luz no material (v) e a velocidade da luz no vácuo (c):

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

Este é um número adimensional maior ou igual a 1, em consequência de v ser menor do que c . Os índices de refração para algumas substâncias estão representados na tabela 1. Note que, quanto maior o valor de n , mais refringente é o meio e menor será a velocidade da luz, em relação ao ar. Portanto, se um raio de luz partir de um meio com

índice de refração menor para um outro meio com índice de refração maior, o raio refratado se aproximará da normal, caso contrário, se afastará.

Tabela 1 – Índices de refração de alguns materiais.

Meio Material	Índice de refração (n)
Ar seco (0°C, 1 atm)	≈ 1 (1,000293)
Dióxido de carbônico (0°C, 1atm)	≈ 1 (1,00045)
Gelo (-8°C)	1,309
Água (20°C)	1,333
Etanol (20°C)	1,361
Tetracloroeto de carbono (20°C)	1,461
Glicerina(20°C)	1,473
Poliestireno(20°C)	1,49
Vidro (20°C)	de 1,4 a 1,7
Diamante(20°C)	2,419

Fonte: Serway e Jewett Jr, p. 991.

Vale lembra que quando observamos um objeto o raio de luz passa por algumas lentes naturais sofrendo refração, devido a diferentes meios (Tabela 2).

Tabela 29 – Índice de refração do olho.

Parte do olho	Índice de refração (n)
Córnea	1,37-1,38
Humor aquoso	1,33
Cristalino	1,38-1,41
Humor vítreo	1,33

Fonte: Okuno, Caldas e Chow, 1982, p. 56.

Para explorar esses conceitos utilize o simulador⁴ do projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder. Neste você poderá mudar o meio de propagação da luz, alterar o ângulo de reflexão do feixe e utilizar diferentes formas geométricas a fim de iniciar uma discussão sobre a formação do arco-íris.

Experimento 10: Vendo Dobrado

Materiais:

- Caneta ou lápis;

⁴ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/bending-light>.

- Água;
- Copo transparente.

Como fazer:

- Coloque água no copo transparente (meio copo);
- Ponha uma caneta dentro do copo com água e observe.

Questões:

1. O que aconteceu com a caneta? Sua aparência mudou?

Resposta: A caneta parece quebrada. Isso acontece em virtude do fenômeno da refração, como a luz atravessa dois meios distintos, ar e água, sua velocidade de propagação muda, com isso os raios de luz acabam sofrendo desvios em sua trajetória, por isso parece estar quebrada.

Experimento 11: Mágica

Materiais:

- Moedas;
- Copo opaco;
- Água.

Como fazer:

- Coloque a moeda no meio do copo;
- Se posicione na frente do copo de tal forma que você não consiga observar a moeda dentro do recipiente;
- Peça para um colega bem devagar despejar a água no copo e observe.

Questões:

1. Quando seu colega despejou água no recipiente você observou algo que antes não conseguia observar? O que fez isso acontecer?

Resposta: Quando foi despejada água no recipiente a moeda que antes não estava sendo observada passou a ser vista pelo observador. Isso acontece porque a luz que sai da moeda sofre refração desviando sua trajetória ao atravessar a superfície da água até chegar aos olhos do observador. Desse modo, se tem a impressão de que a moeda está

em uma posição superior de onde ela realmente se encontra, como se o fundo do recipiente fosse mais alto.

Cores dos Corpos

Isaac Newton, no século XVII, observou que a luz branca resultava da combinação de luzes de diferentes cores. Com isso, conseguiu explicar um fenômeno natural que por muitos anos deixou vários estudiosos intrigados: o arco-íris. Atualmente se sabe que há três fatores responsáveis pela nossa percepção das cores: uma fonte de luz, a capacidade do olho humano diferenciar os estímulos produzidos pela mesma e os próprios materiais (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982).

As cores que enxergamos, são na verdade, a decomposição da luz branca, correspondendo às cores de luz que são refletidas difusamente pelos objetos. Essas componentes podem ser observadas quando, por exemplo, a luz atravessar um prisma, sendo desviada, ou mesmo na formação do arco-íris. Pode-se dizer que esse fenômeno ocorre devido a processos conhecidos na Física por reflexão, refração e dispersão da luz (existem alguns vídeos⁵ que ilustram esses conceitos).

A reflexão e refração foram discutidas anteriormente. Já a dispersão da luz é observada quando, por exemplo, um feixe de luz branca atravessa um prisma, como consequência, há a separação das cores. O fenômeno que é observado ocorre porque a luz é policromática (formada por duas ou mais cores), caso tivesse uma luz monocromática (formada por uma única cor), não seria observada a dispersão.

A formação de um arco-íris acontece quando a luz proveniente do Sol incide obliquamente nas gotas de água suspensas no ar e sofre dispersão. Ao mudar de meio de propagação, nesse caso do ar para a água, a luz sofre refração juntamente com o desvio da luz. Após, os raios originados da decomposição da luz branca sofre reflexão. Esses são refletidos internamente pelas paredes das gotas, retornando para a atmosfera e propiciando a visualização do arco-íris.

Se um indivíduo possui a visão “normal”, os objetos quando iluminados por uma luz atravessa várias camadas de células até chegar àquela que a energia será captada (figura 30). Os cones e bastonetes possuem segmentos que são fotossensíveis, logo são sensíveis a energia da luz. A imagem fornecida pelos cones é mais nítida, pois esses são

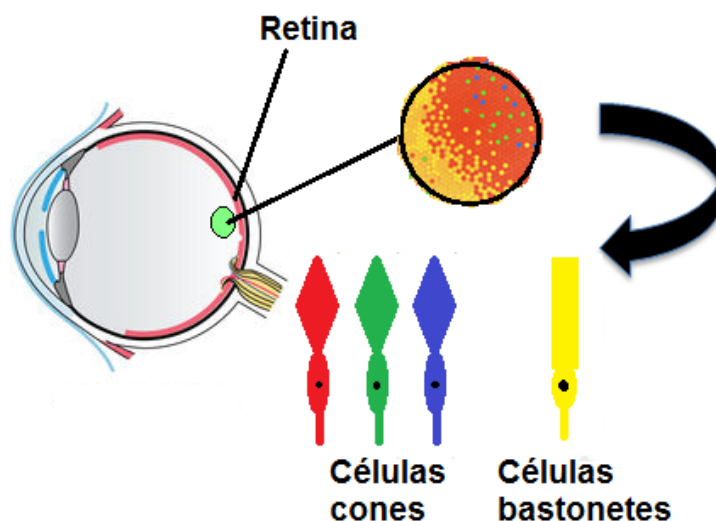
⁵ Como exemplos de vídeos:

<<https://www.youtube.com/watch?v=DbMigMVI0Cc>> Kika - De onde vem o arco íris)

<<https://www.youtube.com/watch?v=is9IsFlzaGM>> O Show da Luna! O Arco-Íris - Episódio Completo.

responsáveis pela percepção das cores para condições diurnas de grande luminosidade. Há três tipos de cones que excitam nossos olhos: um com luz vermelha, outro com a luz verde e o último com a luz azul. Caso não exista cones sensíveis à determinada cor ocorre o daltonismo (a pessoa não enxerga determinadas cores). Numa visão noturna, mobilizam-se os bastonetes, onde o mesmo apresenta uma percepção acromática, de baixa acuidade resultante da baixa luminosidade (TORTORA; DERRICKSON, 2010).

Figura 30 – Cones e bastonetes.



Fonte: Elaborado pela autora.

É importante lembrar, que um objeto é observado quando o mesmo recebe luz de uma fonte luminosa. Caso um objeto qualquer possua cor azul, quando iluminado com uma luz branca absorverá todas as demais cores e refletirá o azul. Entretanto quando iluminado com uma luz monocromática verde, este será visualizado preto, pois absorverá todo o feixe verde e não refletirá nada.

A simulação⁶ criada através do projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder tenta mostrar esse efeito.

Experimento 12: Disco de Newton

Materiais:

- Pedacos de papelão;

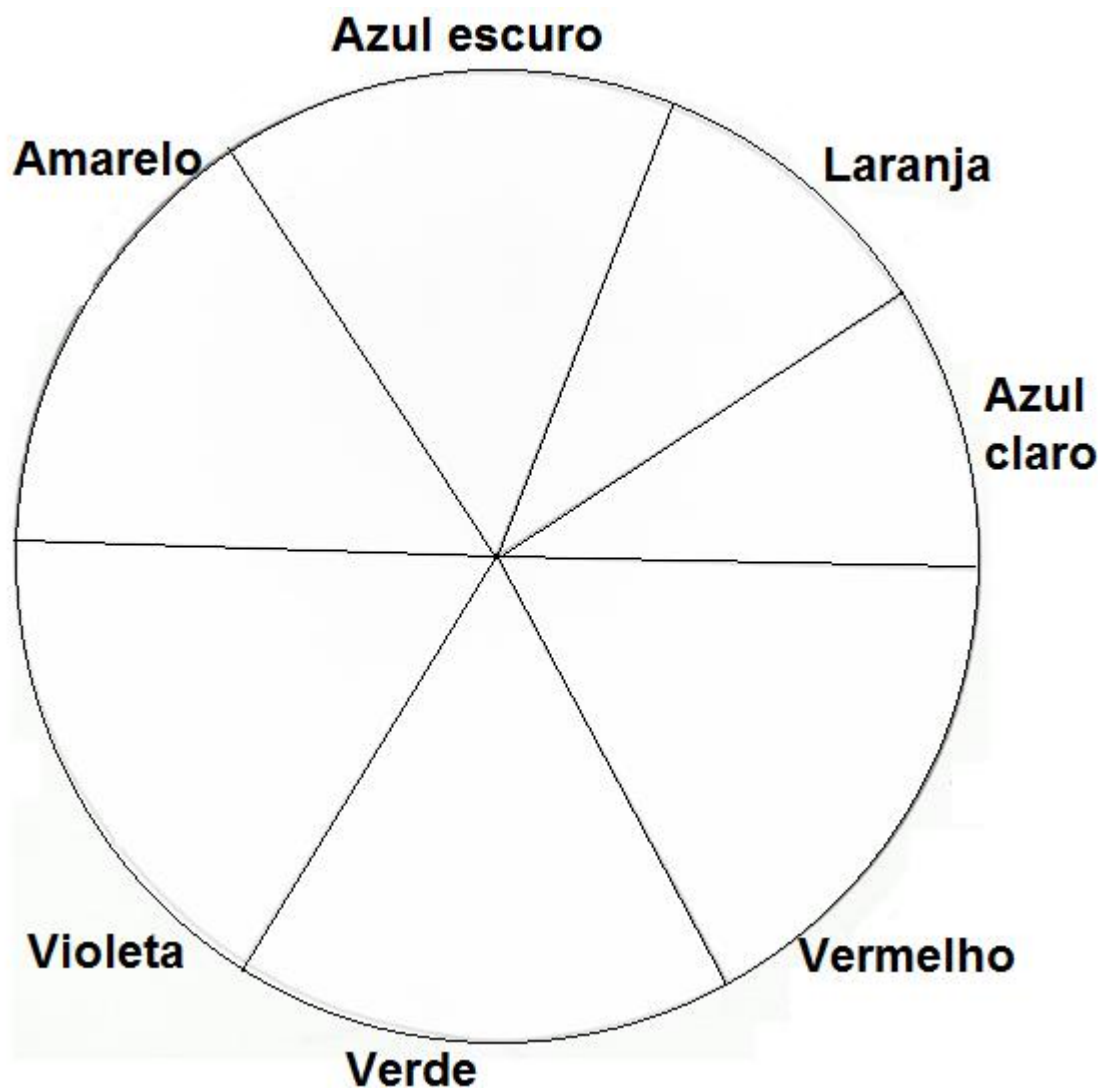
⁶ Disponível em: < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/color-vision >

- Lápis;
- Tesoura;
- Lápis de cor;
- Régua;
- Borracha;
- Cola;
- Figura para recorte do disco.

Como fazer:

- Pinte a figura 31 seguindo a sequência de cores indicada no desenho;
- Cole o disco no papelão e recorte-o;
- Faça um furo no meio do disco com a ajuda do lápis preto;
- Gire velozmente o lápis e observe.

Figura 31 – Disco de Newton.



Fonte: Valadares, 2012.

Questões:

1. O que aconteceu quando o disco foi girado velozmente?

Resposta: A luz branca é a composição de todas as cores. Quando misturadas, essas dão um efeito aproximado da cor branca. Isso acontece devido às cores pintadas no disco não serem exatamente iguais à composição da luz de cada cor (vermelha, por exemplo).

Daltonismo

O daltonismo é um distúrbio da visão ocasionado pela ausência de determinadas células nervosas (cones), que interfere na percepção das cores. Dependendo do tipo de daltonismo é possível corrigir com lentes. De acordo com EnChroma® Color for the Color Blind™, empresa que fabrica tais lentes, ela é constituída por uma camada extra que é capaz de filtrar a luz de modo que certos tons sejam intensificados (tons que os daltônicos têm dificuldade em enxergar) (ENCHROMA, 2015).

Os tipos de daltonismo que possuem correção são: protanopia e deuteranopia. Os dois se caracterizam pela falta de um dos três cones presente na retina. No primeiro, as células receptoras ausentes são para aquelas que interpretam a radiação vermelha e no segundo as que interpretam a radiação para o verde. O tritanopia está em estudo para correção e as células receptoras faltantes são para a radiação azul.

Há ainda um grupo muito pequeno de pessoas que possui visão acromática, ou seja, enxergam o mundo em tons de cinza, branco e preto. O vídeo⁷ produzido pela Valspar Color For The Colorblind destaca as reações de pessoas daltônicas observando um mundo com algumas cores que na conseguiam ver pela primeira vez.

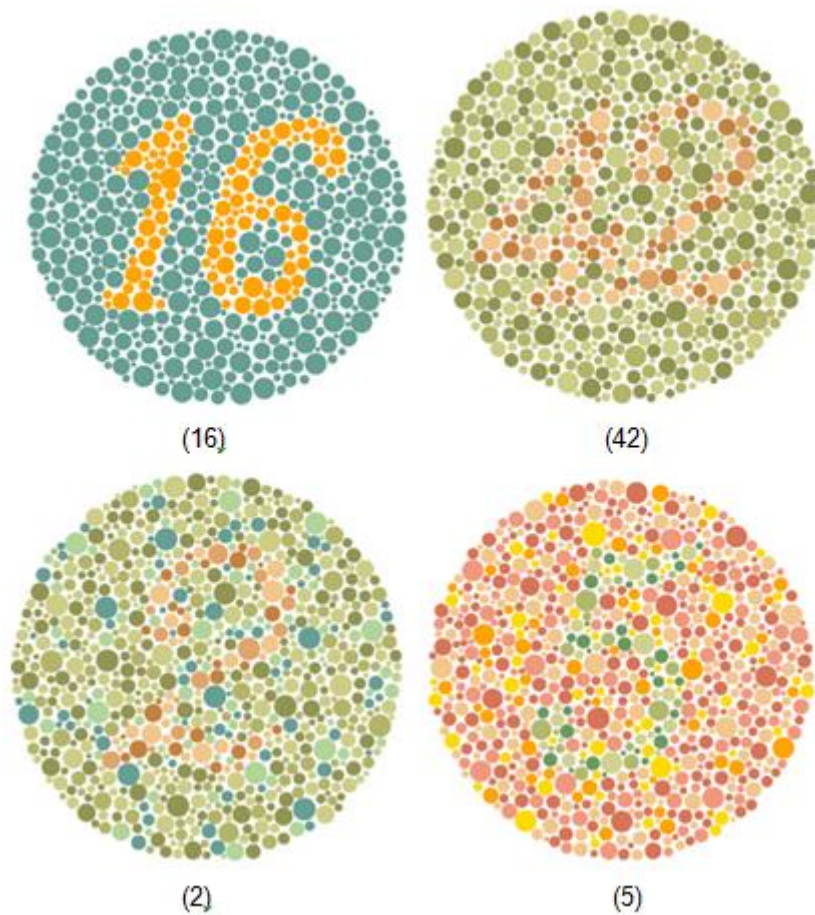
Existem alguns métodos para diagnosticar o daltonismo, um deles é o Teste de cores de Ishihara. Este foi criado em 1917, pelo Dr. Shinobu Ishihara (1879-1963), um professor da Universidade de Tóquio. O teste consiste de cartões pontilhados (Figura 32) em várias tonalidades. Nesses aparecem normalmente letras ou algarismo, contendo pontos com tonalidade próximas, de tal forma que possa ser identificado por uma pessoa não daltônica. Para um daltônico essa identificação será dificultada pela proximidade das tonalidades de tais pontos.

Das figuras ilustradas, todos os indivíduos devem ser capazes de identificar o número 16, inclusive um daltônico. Nas demais ilustrações, uma pessoa não daltônica deve observar o número descrito logo abaixo do cartão. Pensando nisso, o site X-Rite

⁷ Disponível em: < https://www.youtube.com/embed/ea_xOqNvntA?feature=player_embedded >

desenvolveu um teste⁸ chamado desafio de cores online que permite a pessoa verificar quão bem vê as cores por variações de tonalidades, ordenando diversos quadradinhos. Outro aspecto interessante, é que quanto mais baixo for o resultado, melhor está sua visão para cores. Saiba que uma de 255 mulheres e um dentre cada 12 homens possuem algum tipo de deficiência na visão das cores.

Figura 32 – Teste com cartões pontilhados.



Fonte: < <http://goo.gl/nI6PQL> >

Para descontrair, segue a charge (Figura 33):

⁸ Disponível em: < <http://www.xrite.com/online-color-test-challenge> >.

Figura 33 – Camaleão daltônico.



Fonte: < <http://goo.gl/UGWcLV> >

O camaleão é um animal que muda de cor para se camuflar com o meio que o rodeia. Leonardo sendo daltônico utilizou a cor errada e foi capturado por uma ave.

A Retina e o Cérebro

A luz, proveniente de um objeto, atravessa os meios transparentes do olho e chega à retina. Então, é convertida em impulsos elétricos, que são levados ao cérebro através dos nervos e vias ópticas. Os impulsos são decodificados na forma de uma impressão visual. Como cada olho oferece imagem de um ângulo diferente, o cérebro acaba recebendo duas imagens. Quando as une numa impressão visual única, gera um efeito tridimensional. Esse fenômeno só é possível em virtude da mistura de informações da retina. Não há a mesma sensibilidade visual por toda a extensão da retina. Esta possui uma área pequena, aproximadamente do tamanho da cabeça de um alfinete próximo do disco óptico. Esse é o local onde o nervo óptico penetra no olho. Nessa região não existem fotorreceptores, sendo completamente cego (SOUSA, 1997). Toda demais extensão da retina é responsável pela visão. Para demonstração do ponto cego observe a figura 34 e siga as instruções:

Figura 34 – Encontrando o ponto cego.



Fonte: Elaborado pela autora.

- Feche o olho esquerdo e olhe para o X;

- Aproxime-se lentamente da figura até de 30 cm (nesse momento o círculo desaparece);
- Feche o olho direito e olhe para o círculo;
- Aproxime-se lentamente da figura até ficar a uma distância de 30 cm (nesse momento o X desaparece).

Problemas de Visão

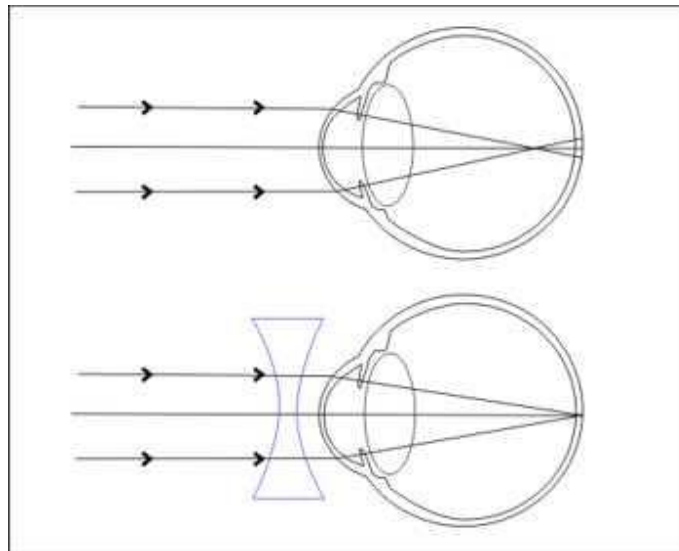
Segundo Okuno, Caldas e Chow (1982), “os defeitos mais comuns da visão humana são devido ao sistema de refração do olho”. Esses podem ser corrigidos pelo uso de lente, de acordo com o problema de visão. Esses estão relacionados à focalização, ou seja, o olho não produz imagens nítidas dos objetos.

De acordo com Duran (2011), “um olho normal pode focalizar nitidamente objetos localizados a distâncias que vão desde o infinito até aproximadamente 15 cm a sua frente”. A posição desse ponto próximo do olho varia com a curvatura do cristalino. A idade da pessoa influencia em sua localização. Normalmente, quando a pessoa envelhece o ponto se afasta gradualmente. Esse afastamento em virtude a idade do indivíduo denomina-se presbitismo ou presbiopia. Como isso acontece na maioria dos olhos normais, acaba por não ser considerado um problema de visão, apesar de a sua correção ser por meio de lente convergente.

Um olho normal forma na retina a imagem de objetos, porém há problemas de visão devido à desarmonia entre o sistema óptico do olho e seu comprimento axial. Esses são:

- Miopia: ocasionado devido um globo ocular comprido ou a córnea do olho muito curvada, não permitindo a focalização na retina de objetos distantes. Esta acontece antes da retina e sua correção é por meio de lente divergente (Figura 35).

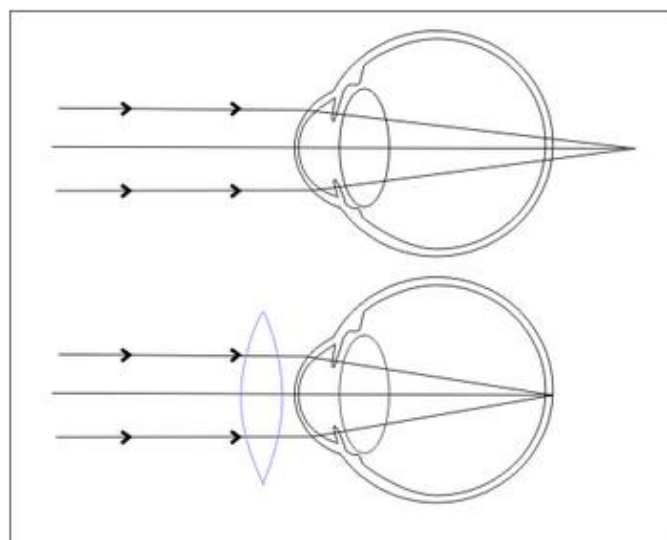
Figura 35 – Problemas de visão – miopia.



Fonte: < <http://www.ceoportoalegre.com.br/miopia/> >

- Hipermetropia: ocasionado devido um globo ocular curto, não conseguindo focalizar na retina objetos próximo. A focalização acontece atrás da retina e sua correção é por meio de lente convergente (Figura 36).

Figura 36 – Problemas de visão – hipermetropia.



Fonte: < <http://www.ceoportoalegre.com.br/hipermetropia/> >

- Astigmatismo: ocasionado em razão da perda de focalização em determinadas direções. Acontece quando o cristalino ou a córnea possui uma forma irregular.

A perda de esfericidade produz imagens distorcidas e/ou borradas na retina, sua correção é por meio de lentes cilíndricas.

Ler e Refletir

*Cuide de seus olhos*⁹

Se eles estão funcionando bem, são o principal órgão sensorial, as janelas por onde o cérebro percebe o mundo. E o melhor: a maioria dos problemas pode ser evitada com uma visita ao oftalmologista.

Alimentos que fazem bem à vista

Cinco vitaminas presentes em frutas e verduras são essenciais para o bom funcionamento dos olhos e para prevenir os problemas ópticos:

Vitamina - A

Efeitos - Seu déficit provoca a diminuição da acuidade visual ao escurecer, conjuntiva ressecada, ulceração da córnea e inflamação das pálpebras.

Onde se encontra - Cenoura, espinafre, tomate, fígado, gema de ovo, laticínios.

Vitamina - C

Efeitos - É importante para prevenir a degeneração macular relacionada à idade (DMRI).

Onde se encontra - Cítricos e outras frutas, tomate, couve crua, melão, verduras de folhas verdes.

Vitamina - E

Efeitos - Potente antioxidante que, combinado a outras vitaminas, pode reduzir o risco de cataratas e de degeneração macular.

Onde se encontra - Maçã, abacate, ameixa, tomate, aspargo, banana, melão.

Vitamina - B2 (Riboflavina)

Efeitos - Protege os olhos e preserva das cataratas.

Onde se encontra - Verduras, leite, farinha integral, levedura de cerveja.

Vitamina - Luteína

Efeitos - Protege os olhos da radiação solar nociva. É eficaz para prevenir cataratas.

Onde se encontra - Espinafre, abóbora, tomate, pimentão, milho, brócolis.

Como enxergamos

Os globos oculares ficam alojados dentro de cavidades ósseas chamadas órbitas. É por meio deles que recebemos a luz e formamos as imagens. Mas, na verdade, enxergamos com o cérebro.

Os raios de luz que partem de um objeto chegam aos olhos e passam por lentes convergentes. Essas lentes fazem com que a direção da luz seja alterada para que os raios caiam sobre a retina, onde se localizam os receptores fotossensíveis que codificam esse estímulo luminoso em sinais elétricos que viajam pelo nervo óptico até os centros da visão no cérebro. A quantidade de luz que o olho deve deixar entrar é controlada pela pupila, que se fecha em lugares muito iluminados e se dilata quando na escuridão. O movimento dos olhos é controlado por músculos extrínsecos. O cérebro comanda esses movimentos para que os olhos se dirijam de forma coordenada a um mesmo ponto.

⁹ Fonte: < <http://super.abril.com.br/ciencia/cuide-de-seus-olhos> >

Em todos os lugares

Os olhos exigem atenção permanente. Veja abaixo os cuidados que você deve adotar nas situações mais comuns do dia-a-dia.

Na praia

O sal do mar pode causar irritação dos olhos. Lave-os sempre com água doce. Não use lentes.

Na piscina

O cloro da água irrita e pode danificar os olhos. Use sempre óculos de natação adequados e não use lentes.

Em locais ensolarados

Existe uma relação direta entre a radiação solar e a catarata. Use óculos de sol e boné. O reflexo da luz solar pode produzir conjuntivites. Nunca olhe o Sol diretamente.

Em lugares climatizados

Procure evitar a exposição prolongada ao ar-condicionado, que resseca o ambiente e pode prejudicar os olhos.

Em sala de aula

A leitura e a atenção ao quadro-negro podem causar dor de cabeça nas pessoas com problemas de visão. É preciso usar lentes caso exista um problema visual.

Diante da TV

Até hoje não foi demonstrado que ver TV provoque transtornos oculares. No entanto, como medida de precaução, mantenha sempre uma distância prudente e nunca assista TV em ambientes completamente escuros.

Ao se maquiar

Os cosméticos podem causar irritação, alergia e inflamação dos olhos. Use sempre produtos aprovados, sem perfume e hipoalergênicos. Não use cosméticos de outras pessoas e evite as sombras que provoquem alergias. Não aplique cremes muito perto do globo ocular.

Ao praticar esportes

A prática de certos esportes pode colocar em risco a integridade dos olhos. Use sempre um protetor ocular recomendado para o esporte que pratica. Em certas modalidades, como esqui e montanhismo, use sempre óculos de sol para proteger a vista dos raios UV. E utilize sempre cristais de policarbonato quando houver perigo de impacto.

No computador

Não há evidência científica de que o uso prolongado do computador cause danos oculares, embora possa agravar algumas deficiências ópticas e causar a fadiga visual. Para prevenir essas situações, recomenda-se o uso de monitores com boa resolução, que emitam baixa radiação, que tenham incorporado um sistema anti-reflexo ou que incorpore um filtro especial. Trabalhe em local com luz homogênea, situe o monitor a 50 cm dos olhos e nunca de frente ou de costas para uma janela. Descanse 15 minutos a cada duas horas.

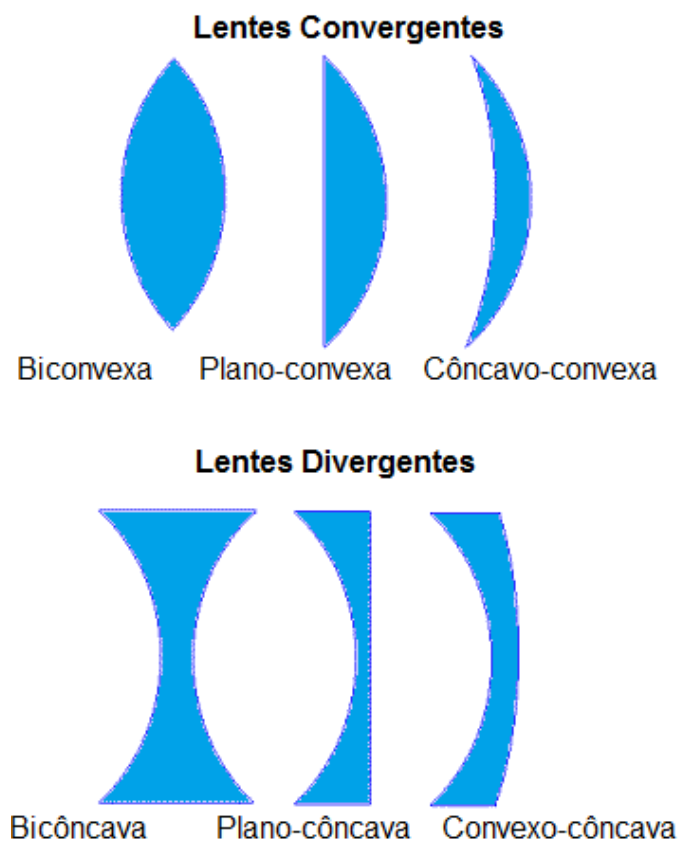
Lentes

Lentes são dispositivos ópticos feitos de materiais transparentes. Com exceção do cristalino, que é um corpo transparente e biconvexo, constituinte de um mecanismo de refração do olho, as lentes, são em geral feitas de vidro, plástico ou quartzo

(OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982). De modo geral, quando imersas em um meio com índice de refração inferior ao que a constitui, podem ser:

- Convergentes (positivas): estas são mais espessas no centro do que nas bordas (Figura 28);
- Divergente (negativas): são mais espessas nas bordas do que no centro (Figura 37).

Figura 37 – Lentes convergentes e divergentes.

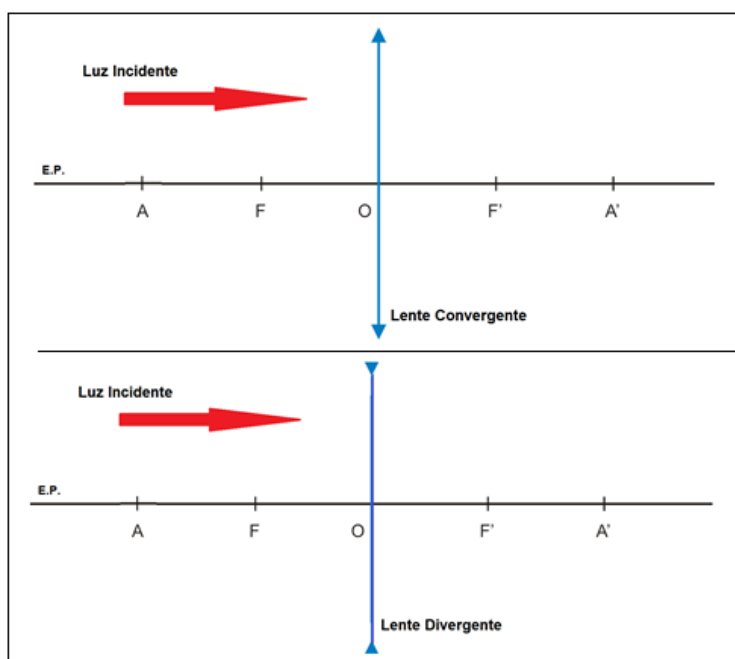


Fonte: Elaborado pela autora.

Elementos Geométricos de uma Lente

Conhecer os elementos geométricos das lentes esféricas (Figura 38) é essencial para conseguir fazer a formação de imagens graficamente, utilizando determinadas propriedades.

Figura 38 – Elementos geométricos das lentes esféricas.



Fonte: Elaborado pela autora.

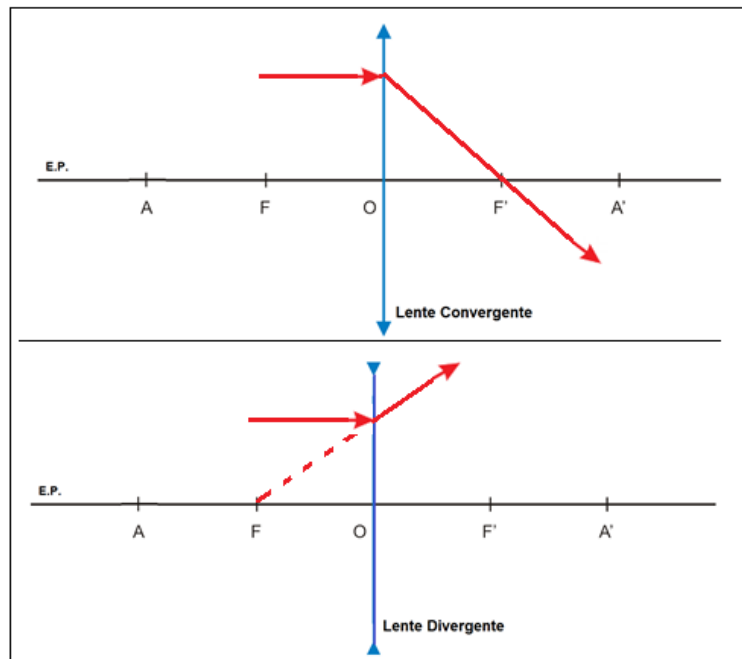
- E.P → eixo principal da lente;
- O → centro óptico da lente;
- A e A' → centros de curvatura das faces esféricas do objeto e imagem (é o centro geométrico da esfera da qual foi recortada a calota esférica);
- F e F' → foco objeto e foco imagem.

Propriedades

Para obter a imagem de um objeto posicionado diante de uma lente esférica é necessário traçar dois raios que partem do objeto e atingem a lente, logo após, para cada raio incidente, deve ser traçado o respectivo raio refratado. No cruzamento desses raios refratados, a imagem fica determinada. Diante de uma lente, podem-se adotar as seguintes propriedades:

1. Todo raio que incide paralelamente ao eixo principal de uma lente esférica se propaga passando pelo foco (Figura 39).

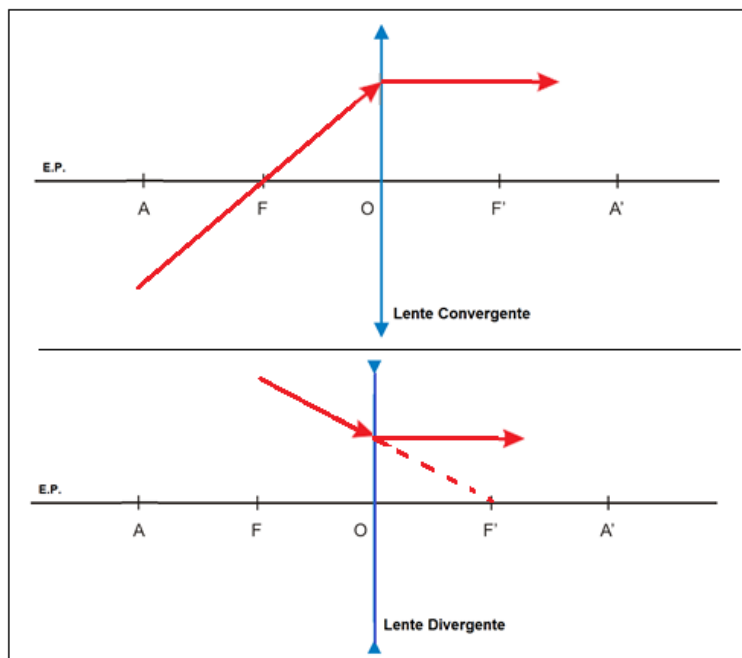
Figura 39 – Comportamento do raio de luz.



Fonte: Elaborado pela autora.

2. Todo raio que incide em uma lente esférica na direção do foco se propaga paralelamente ao eixo principal (Figura 40).

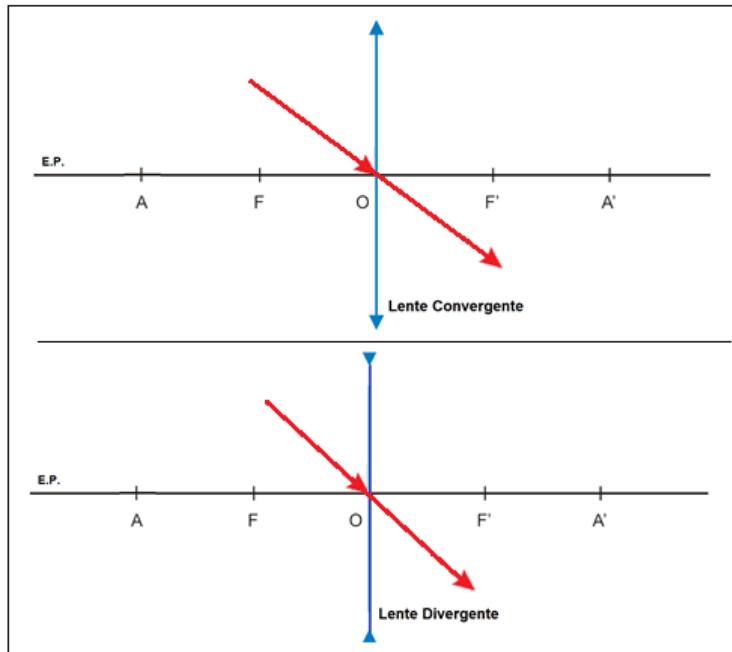
Figura 40 – Comportamento do raio de luz.



Fonte: Elaborado pela autora.

3. Todo raio que incide em uma lente esférica na direção do centro óptico, se propaga sem sofrer desvio (Figura 41).

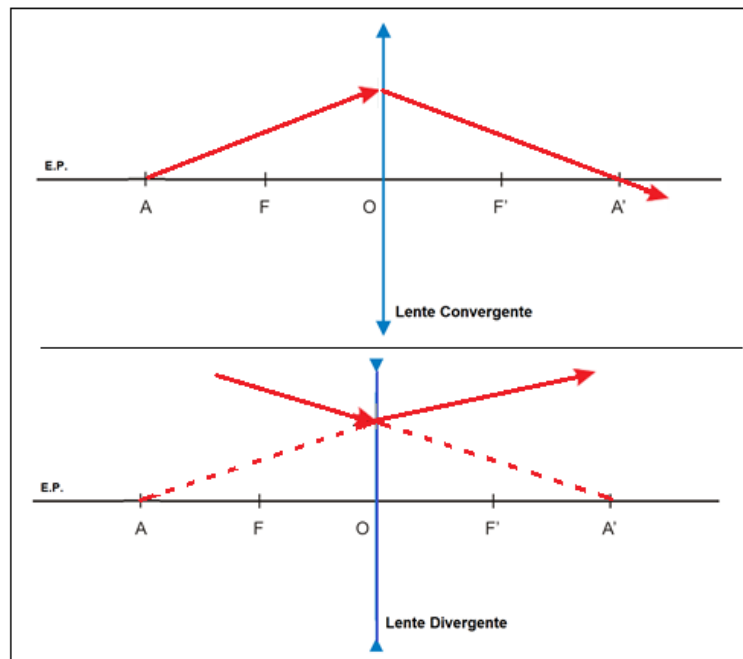
Figura 41 – Comportamento do raio de luz.



Fonte: Elaborado pela autora.

4. Todo raio que incide em uma lente esférica na direção do centro de curvatura do objeto, se propaga na direção do centro de curvatura da imagem (Figura 42).

Figura 42 – Comportamento do raio de luz.

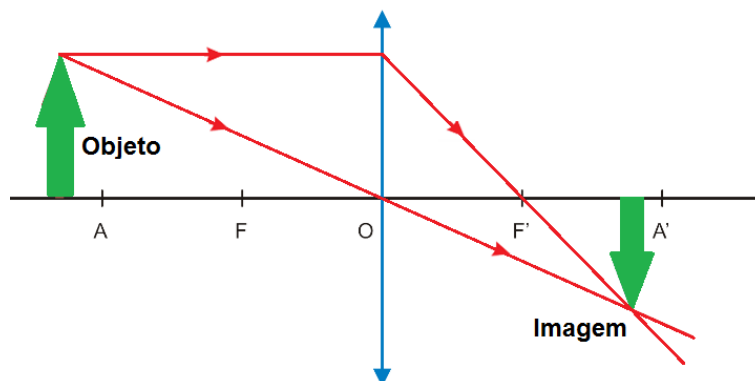


Fonte: Elaborado pela autora.

Para conseguir prever onde ocorrerá a formação da imagem de um objeto, é necessário fazer determinações gráficas ou usar equações que permitam tal feito. Esse procedimento é chamado de determinação analítica de imagens e possibilita descobrir a

posição e suas características, como natureza, orientação e tamanho. Para tal, basta usar dois dos quatro raios discutidos anteriormente, cujo cruzamento dos raios refratados possibilita a formação da imagem. A figura 43 mostra essa análise:

Figura 43 – Formação da imagem.



Fonte: Elaborado pela autora.

Experimento 13: Ampliando os objetos

Materiais:

- Uma vasilha;
- Objetos (moedas, botões, entre outros);
- Filme plástico de cozinha;
- Água;
- Elástico.

Como fazer:

- Coloque os objetos dentro da vasilha;
- Pegue o filme plástico de cozinha e cubra a vasilha;
- Com o elástico prenda o filme plástico na vasilha, deixando uma folga razoável entre ambos;
- Despeje água sobre o filme plástico e observe.

Questões:

1. Qual a diferença em observar os objetos após adicionar água no filme plástico de cozinha? Porque isso acontece?

Resposta: Quando adicionado água ao aparato ocorre uma ampliação dos objetos em relação ao que se estava sendo observado anteriormente. Isso acontece porque a luz

atravessa dois meios diferentes, ou seja, ar e água, mudando sua velocidade. Como a luz passa por uma superfície curva, acaba desviando os raios de luz, semelhante às lentes de aumento, conseqüentemente proporciona um aumento do objeto. Isso é similar ao que acontece com o sistema de lentes do olho humano.

Experimento 14: Desviando a luz

Materiais:

- Pote de vidro com água;
- Folha de papel A4;
- Régua;
- Caneta;
- Lanterna;
- Tesoura;
- Caixa de papelão (do tamanho de uma caixa de sapatos).

Como fazer:

- Em uma das laterais menores da caixa, trace duas linhas, com 2 centímetros de distância entre elas;
- Corte sobre as duas linhas, duas fendas com aproximadamente 1 milímetro de espessura;
- Ponha o papel A4 no fundo da caixa;
- Com cuidado ponha o pote com água no interior da caixa, alinhando o pote com os dois cortes;
- Num local escuro, ligue a lanterna e ilumine as fendas.

Questões:

1. Porque isso aconteceu? A que podemos relacionar esse fenômeno?

Resposta: isso aconteceu porque os raios de luz atravessaram meios diferentes (ar e água), mudando sua velocidade de propagação e como o meio é curvo acabou sofrendo desvio trajetória de propagação do raio de luz. Pode-se relacionar esse processo ao que ocorre a visão. O sistema de lentes (córnea, humor aquoso, cristalino e humor vítreo) desviam a luz que incidem no olhos convergindo-a para a retina.

Experimento 15: Tipos de lentes

Materiais:

- 1 folha A4;
- Óculos com lentes divergentes e convergentes;
- Lupa.

Como fazer:

- Escreva seu nome na folha A4;
- Coloque os óculos ou a lupa próximo da folha que você escreveu seu nome e observe o que acontece com a imagem;
- Repita o item anterior para todas as lentes que você tenha em mãos.

Questões

1. O que aconteceu com as palavras que você havia escrito quando você aproximou as lentes da folha?

Resposta: Com a lupa ou óculos com lentes convergentes houve o aumento do tamanho das palavras (essas lentes corrigem a hipermetropia: dificuldade de enxergar objetos próximos), já com óculos com lentes divergentes as palavras diminuíram de tamanho (essas lentes corrigem a miopia: dificuldade de enxergar objetos distantes). Isso acontece em virtude do formato da lente e do meio onde estão inseridas (ar).

Perspectivas Futuras

Acredita-se que essa proposta possa abrir portas para outros professores implementarem esse material de apoio. Desse modo, sugere-se como propostas futuras ainda no estudo do sentido da visão o aspecto genético em relação as cores dos olhos, discutindo o processo de poligenia: tipo de variação em que vários genes atuam na definição dessa característica. Isso acontece através da produção de proteínas que delimitam a melanina que será depositada na íris.

Além disso, há outros seres vivos que possuem mais de dois olhos, pode-se fazer um estudo detalhado sobre esse fato. As abelhas, por exemplo, possuem dois grandes olhos localizados na parte lateral da cabeça, os chamados olhos compostos, que são na verdade um conjunto de pequenos olhos denominados omatídeos. Os olhos compostos, de superfície hexagonal, permitem uma visão panorâmica dos objetos afastados, aumentando-os sessenta vezes. Os olhos simples ou ocelos são estruturas menores, em número de três, localizados na região frontal da cabeça formando um triângulo. Não formam imagens. As abelhas orientam-se, sobretudo, de três maneiras: pelos acidentes do terreno, pelo Sol e pelo céu (luz polarizada).

Outro aspecto relevante que pode ser trabalhado é o espectro eletromagnético, com intuito de fazer os alunos perceberem a pequena faixa de radiação que o ser humano é capaz de observar. Com isso, abre-se espaço para discutir sobre a radiação que outros seres vivos conseguem captar. Experimentos indicam que abelhas, pássaros, borboletas e outros insetos conseguem ver a luz ultravioleta. A reflexão de raios UV das asas ajuda os insetos a identificar os parceiros. Pesquisas indicam que a habilidade dos pássaros ver a radiação ultravioleta desempenha um papel importante nos hábitos reprodutivos. Além disso, os raios UV causam reações químicas em plantas, caso elas sejam superexpostas a essa radiação, podendo ser mortas.

Considerações Finais

Este material de apoio destina-se a professores que trabalham na área de Ciências da Natureza, com a intenção de proporcionar um material para auxiliá-los na elaboração de suas aulas em uma proposta interdisciplinar entre a Biologia e a Física. Objetivou-se com o uso desse material promover aulas mais prazerosas e que incentivasse o aluno a ter pré-disposição em aprender.

Sabe-se que a ciência auxilia no processo de construção do conhecimento e consequentemente na aprendizagem, o que a torna indispensável para o aluno. Este trabalho tentou trazer uma metodologia para sala de aula mais dinâmica e relacionada com o dia a dia dos estudantes para que haja uma maior exploração na construção de conceitos.

Acredita-se que se os alunos tiverem contato com as Ciências da Natureza englobando duas ou mais disciplinas (Biologia, Física ou Química) uma melhor qualidade de ensino é alcançada, pois o trabalho interdisciplinar busca a formação integral do indivíduo.

Referências

- BARDANET. **Comunidade Virtual**. Disponível em: <<http://bardanet.com.br/2016/03/14/era-uma-vez-leonardo-o-camaleao-daltonico/>>. Acesso em: 20 abr. 2016.
- FÍSICA. **Fórmula de Física Professor Telmo**. Disponível em: <<https://oprofessortelmo.blogspot.com.br/2011/07/experimento-de-camara-escura.html>>. Acesso em 12 jul. 2015.
- CARVALHO, S. H. M. D., 2005. Disponível em: <<http://www.cdcc.usp.br/fisica/Professores/Einstein-SHMCarvalho/Einstein-SHMCarvalho.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2015.
- CEO. **Centro de Excelência em Oftalmologia**. Disponível em: <<http://www.ceoportoalegre.com.br>>. Acesso em 13 jan. 2016.
- CIÊNCIAHOJE. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/fisica-sem-misterio/poderes-a-prova>>. Acesso em 3 de ago. 2015.
- DURAN, J. E. R. **Biofísica: Conceitos e Aplicações**. 2ª. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- ENCHOROMA. **Enchroma and Better Color Vision are Trademarks of Enchroma, inc.** Disponível em: <<http://www.enchroma.com/>>. Acesso em: 12 dez. 2015.
- GASPAR, A. **Experiências de ciências para o Ensino Fundamental**. São Paulo: Editora Ática, 2005.
- GASPAR, A. **Compreendendo a Física**. 2ª. ed. São Paulo: Ática, v. 3, 2013.
- GRAF. **Física 2**. 5ª. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Fundamentos de Física**. 8ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 4, 2009.
- HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 11ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- IORJ. Instituto de Oftalmologia do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.iorj.med.br/voce-e-portador-de-daltonismo-faca-um-teste/>>. Acesso em 23 jan. 2016.
- KESTEN, P. R.; TAUCK, D. L. **Física na Universidade: para as Ciências Físicas e da Vida**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 4, 2015.
- KRASILCHIK, M. **Práticas de Ensino de Biologia**. 4ª. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011.

LENTEES. **Lentes especiais**. Disponível em:
<<http://www.lentesdecontatoespeciais.com.br/mecanismo-da-visao.php>>. Acesso em 5 de jul. 2015.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física**. São Paulo: Scipione, 2000.

OKUNO, E.; CALDAS, I. L.; CHOW, C. **Física para Ciências Biológicas e Biomédicas**. [S.l.]: Harbra Ltda, 1982.

ORLANDI, A. S.; CASTRO, C., 2013. Disponível em:
<http://www.cdcc.usp.br/maomassa/doc/ensinodeciencias/orgao_sentidos.pdf>. Acesso em: 3 ago. 2015.

PHEF. **PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder**. Disponível em: < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations >. Acesso: em 5 jun. 2015.

SEARS, F. W.; ZEMANKY, M. W. **Física IV: ótica e física moderna**. 12ª ed. São Paulo: Addison Wesley, 2009.

SERWAY, R. A.; JEWETT JR., J. W. **Princípios de Física: Óptica e Física Moderna**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, v. 4, 2004.

SOUSA, S. J. D. F. E. Fisiologia e desenvolvimento da visão. In: Simpósio: Oftalmologia para o clínico. **Anais...** Ribeirão Preto: [s.n.]. 1997. p. 16-19.

SUPERINTERESSANTE. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/ciencia/>>. Acesso em 30 set. 2015.

TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. **Princípios de Anatomia e Fisiologia**. 12ª ed. [S.l.]: Guanabara Koogan, 2010.

VALADARES,. **Física mais que divertida**. [S.l.]: UFMG, 2012.

X-RITE. **Online Color Challenge**. Disponível em: < <http://www.xrite.com/online-color-test-challenge>>. Acesso em 4 out. 2015.

YOUTUBE. Disponível em:< <https://www.youtube.com/?gl=BR&hl=pt>>. Acesso em 5 nov. 2015.

Apêndice B

Questionário: pré-teste

1) Qual órgão utilizamos para enxergar?

2) Você já parou para pensar o que lhe possibilita observar os objetos e o mundo ao seu redor? Muito bem, a noite quando estamos num quarto completamente escuro, você consegue observar os objetos ao seu redor? E durante o dia? Pense sobre isso e dê uma sugestão sobre esse fato.

3) Como nossos olhos funcionam para que possamos enxergar?

4) Por que algumas pessoas necessitam utilizar óculos?

5) Você deve conhecer alguém que utilize óculos. Muito bem, você sabe o problema de visão que essa pessoa possui? Se sim, qual?

6) Você sabe como a imagem se forma em nossos olhos? Como?

7) Por que temos dois olhos e não apenas um?

8) Um papel branco aparece branco quando iluminado com a luz branca, vermelho sob a luz vermelha, azul sob a luz azul e assim por diante, sob cada luz. Você sabe dizer por quê?

Apêndice C

Questionário: pós-teste

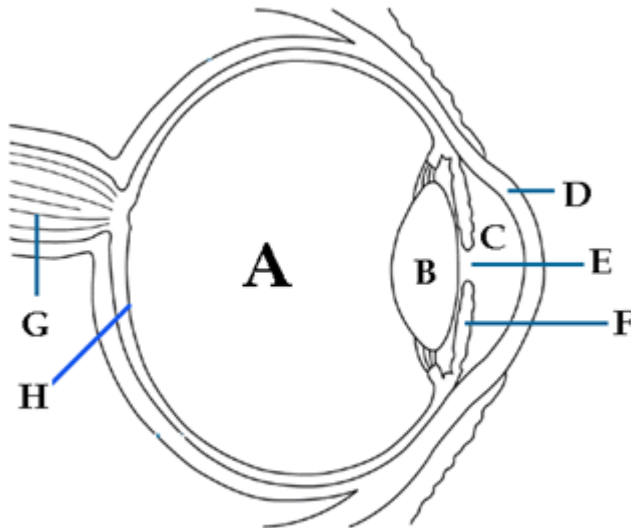
AVALIAÇÃO FINAL

- 1) Uma pessoa num quarto escuro olha por uma janela e pode ver claramente uma outra pessoa que está no exterior da casa, exposta à luz solar, enquanto a pessoa de fora não pode enxergar a pessoa dentro da casa. Explique.

- 2) Ainda sobre a questão anterior, qual órgão dos sentidos permite você enxergar a pessoa que está no exterior da casa?

- 3) Uma gota de água fornece uma imagem invertida (de cabeça para baixo) do objeto a sua frente. Com quais estruturas do olho essa gota pode ser comparada?

- 4) Observe a anatomia do olho, nomeie cada parte do olho, escolha uma delas e descreva a função da retina.



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Retina>

- 5) Você lembra da classificação da onça-pintada? Pois então relembre a qual ordem e família pertence esse animal.

Ordem: carnívora.
Família: Felidae.
Nome popular: Onça-pintada.
Nome científico: Panthera onca.
Distribuição geográfica: América do Norte (Arizona, Texas, e Novo México) e América do Sul.
Hábitat: floresta.
Hábitos alimentares: carnívoros.
Reprodução: gestação de 90 a 105 dias.
Período de vida: aproximadamente 22 anos.
Tamanho: cerca de um metro e meio, do fucinho à cauda.



Agora, a pergunta final: esse animal tem visão tridimensional? Como você chegou a essa conclusão?

6) Ao atingir o olho, que partes do globo um feixe de luz atravessa antes de chegar na retina? A luz segue sempre a mesma trajetória, em linha reta?

7) Se a luz solar fosse de algum modo verde, em vez de branca, que cor seria visível um tecido azul? E um tecido branco?

8) Observe a tirinha abaixo e responda:



Fonte: < <http://goo.gl/UGWcLV> >

O camaleão é um animal que muda de cor para se camuflar com o meio que o rodeia. Como pode-se perceber Leonardo utilizou a cor errada e foi capturado por uma ave. Há algum distúrbio na visão de Leonardo? Por quê?

SUCESSO!

Anexo A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Eu,.....,abaixo assinado, nacionalidade,anos, RG....., CPF, aluno(a) da, Sombrio/SC, estou sendo convidado(a) a participar voluntariamente de um Projeto denominado *Interdisciplinaridade entre Física e Biologia em turmas de 8º ano do ensino fundamental: Possibilidades para o Ensino de Ciências*, cujo objetivo nesta fase é a de implementar uma sequência didática para o ensino de ciências no Ensino Fundamental.

A minha participação no referido projeto será no sentido de participar das aulas e desenvolver as atividades solicitadas além de responder a testes/questionários sobre os assuntos abordados durante a implementação da sequência didática, se necessário, posteriormente serei entrevistado(a) pela pesquisadora a respeito destas atividades. Estou ciente de que o que eu falar na entrevista será gravado para posterior estudo.

Além disso, fui informado(a) que minha participação poderá ser registrada através de fotografias as quais poderão ser inseridas na dissertação de mestrado a fim de demonstrar, para os avaliadores de meu projeto, a implementação da minha sequência didática. Igualmente essas mesmas fotografias poderão ser utilizadas em artigos científico a ser publicado e/ou em pôsteres e palestras que poderei ministrar onde explicarei a aplicação da estratégia didática desenvolvida. Desta forma o teor deste instrumento tem por objetivo ceder o direito de imagem única e exclusivamente para ser utilizada no âmbito da implementação e divulgação da estratégia didática.

Estou ciente de que minha privacidade será respeitada, ou seja, meu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, me identificar, será mantido em sigilo.

Também fui informado(a) de que posso me recusar a participar do estudo, ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e de, por desejar sair da pesquisa, não sofrerei qualquer prejuízo à assistência que venho recebendo.

Os pesquisadores envolvidos com o referido projeto são Leciani Eufrásio Coelho Varela, mestranda do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da UFSC, Polo Araranguá – MNPEF/UFSC/ARA e Márcia Martins Szortyka, orientadora, professora do Centro de Araranguá e do MNPEF/UFSC/ARARANGUÁ e com eles poderei manter contato pelos telefones (48) 3311-5072 e (48) 3721-6250.

É assegurada a assistência durante todo projeto, bem como me é garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação.

Enfim, tendo sido orientado(a) quanto ao teor de todo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do já referido projeto, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação.

No entanto, caso ocorra algum dano decorrente da minha participação no estudo, serei devidamente indenizado, conforme determina a lei.

Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

Sombrio, 12 de abril de 2016.

(assinatura do aluno(a))

PARA MENORES DE 18 ANOS ASSINATURA DO RESPONSÁVEL:

Nome: _____

RG: _____

Assinatura: _____
(assinatura do representante legal do aluno(a))

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido do aluno(a) ou representante legal para a participação neste projeto.

Leciani Eufrásio Coelho Varela(estudante do MNPEF)