

**Um projeto de Unidade de Ensino Potencialmente
significativa nas cores de Newton por meio dos
fenômenos Ópticos.**

PLACILENE CARDOSO DAS CHAGAS

MANAUS-AM

2017

PLACILENE CARDOSO DAS CHAGAS

**UM PROJETO DE UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVO NAS CORES DE NEWTON POR MEIO DOS
FENÔMENOS ÓPTICOS.**

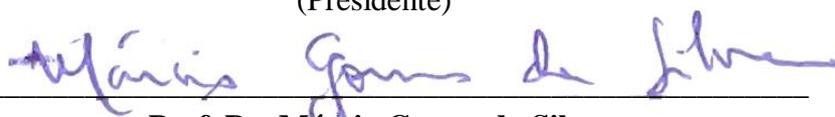
Dissertação apresentada ao Polo 04- UFAM/IFAM, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em MNPEF (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física), área de concentração em ensino de física, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovado em 17 de Outubro de 2017.

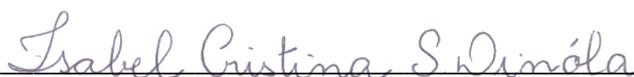
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. José Roberto Viana Azevedo
Universidade Federal Do Amazonas-UFAM
(Presidente)



Prof. Dr. Márcio Gomes da Silva
Instituto Federal do Amazonas-IFAM



Prof.^a Dra. Isabel Cristina Souza Dinóla
Fundação Centro Análise e Produção Industrial-FUCAPI

MANAUS-AM

2017

Ficha Catalográfica
CRB 11/597

C433p Chagas, Placilene Cardoso das.

Um projeto de unidade de ensino potencialmente significativa nas cores de Newton por meio de fenômenos ópticos. / Placilene Cardoso das Chagas. – Manaus: IFAM, 2017.
142 f.: il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Centro; Universidade Federal do Amazonas, 2017.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Viana.

1. Ensino de física. 2. Educação tecnológica 3. Aprendizagem significativa. 4. Óptica geométrica I. Viana, José Roberto (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas III. Universidade Federal do Amazonas IV. Título.

CDD 530.07

AGRADECIMENTOS

- Ao meu esposo, pela compreensão, paciência, incentivo e dedicação.
- Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. José Roberto Viana Azevedo pela paciência e direção.
- A todos os professores e colegas do programa de mestrado em ensino de física de 2014, pelo companheirismo.
- Aos meus alunos, que são fonte de tormentos e inspirações.

RESUMO

No presente trabalho é proposto o estudo das cores de Newton pelos conhecimentos básicos de Óptica Geométrica. Para que ocorra conhecimento sobre cores é necessário que se tenha um mínimo de conhecimento sobre os fenômenos ópticos: reflexão, refração e absorção, pois o tipo de percepção visual, que oras pode ser entendido como abordagem artística, pode ser também explicada por outras áreas do conhecimento, como a física. Existem poucas literaturas em física que discuta ou mencione as cores e explique como elas são percebidas pelos olhos. A metodologia de Ensino e aprendizagem que utilizamos para fazer essa abordagem é a aprendizagem significativa de Ausubel, na qual é pautada a construção do conhecimento por meio dos conhecimentos prévios, que é essência dessa teoria. A exposição da organização dos conhecimentos é feita por mapas conceituais e o grau do conhecimento é verificado pela taxonomia SOLO. A Implementação da proposta foi realizada numa Escola Estadual pública com duas turmas de segundo anos, cada uma com média de 30 alunos por turma, onde foram verificados seus conhecimentos prévios, em seguida executado os organizadores prévios. Elaboramos uma sequência didática pensando em atividades realizadas pelo professor e pelos alunos, bem como o processo de desenvolvimento do projeto a partir de situações problemas crescente a serem resolvidas pelos alunos. Inicialmente, os alunos responderam os questionamentos individualmente em seguida formaram grupos de alunos que desenvolveram um texto problema e atividades experimentais, parte integrante do produto deste trabalho. Os resultados obtidos através da sequência didática pautada na aprendizagem significativa foi o desenvolvimento gradual do conhecimento em óptica, especificamente em cores de Newton.

Palavras-chave: Óptica Geométrica, Aprendizagem Significativa, Taxonomia Solo.

ABSTRACT

In the present work the study of the colors of Newton is proposed by the basic knowledge of Geometric Optics. For knowledge about colors, it is necessary to have a minimum of knowledge about the optical phenomena: reflection, refraction and absorption, since the type of visual perception, which hours can be understood as an artistic approach, can also be explained by other areas of knowledge, such as physics. There are few literatures in physics that discuss or mention the colors and explain how they are perceived by the eyes. The methodology of Teaching and learning that we use to make this approach is the meaningful learning of Ausubel, in which the construction of knowledge is guided by previous knowledge, which is the essence of this theory. The exposition of the organization of knowledge is done by conceptual maps and the degree of knowledge is verified by the taxonomy SOLO. The implementation of the proposal was carried out in a Public State School with two classes of second years, each with an average of 30 students per class, where their previous knowledge was verified, then executed the previous organizers. We elaborated a didactic sequence thinking about activities carried out by the teacher and the students, as well as the process of developing the project from the increasing problems situations to be solved by the students. Initially, the students answered the questions individually and then formed groups of students who developed a problem text and experimental activities, an integral part of the product of this work. The results obtained through the didactic sequence based on meaningful learning were the gradual development of knowledge in optics, specifically in Newton's colors.

Keyword: Geometric Optics, Significant Learning, Solo Taxonomy.

Sumário

Capítulo 1 - Introdução	8
Capítulo 2 - Ensino e aprendizagem em óptica e estudos relacionados	11
2.1 O ensino de óptica segundo o PCNs.....	11
2.2 Estudos realizados por outros autores	12
Capitulo 3-Referencial Teórico	17
3.1 Subsunçores e organizadores prévios	20
3.2 Mapas conceituais na aprendizagem significativa	21
3.3 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS).....	22
3.4 A medida dos Resultados da aprendizagem por meio da taxonomia SOLO	26
Capitulo 4-Implementação da proposta.....	30
4.1 Local de Aplicação da Proposta e o perfil das Turmas.....	30
4.2 Relatos das atividades.....	31
Capitulo 5-Analise dos resultados	41
5.1 Conhecimentos Prévios	41
5.2 Situações Problema de Nível Introdutório	45
5.3 Situação Problema de Nível Intermediário e Mapa Conceitual	54
5.4 Apresentação Experimental e Proposta do fenômeno Contextualizado	71
Capitulo 6-Considerações Finais	77
Bibliografia.....	79
APÊNDICE A - UEPS em óptica e questões Problemas.....	82
APÊNDICE B-Texto de Apoio.....	93
APÊNDICE C-Antologia de texto.....	102
APÊNDICE D-Atividades Experimentais.....	119

Lista de Figuras

Figura 1-Figura 1- Mapa conceitual da teoria da aprendizagem significativa-----	22
Figura 2-Taxonomia SOLO-----	28
Figura 3-Laboratório de Informática e Corredor de Sala de Aula-----	31
Figura 4-turma do 2º1 para a leitura do texto e discussão em grande grupo-----	36
Figura 5-Turma do 2º2 na manipulação do simulador PHET visão e cor-----	37
Figura 6-Resposta dada pelo aluno na 1º questão-----	47
Figura 7-Resposta dada pelo aluno na 2º questão-----	48
Figura 8-Resposta dada pelo aluno na 3º questão-----	49
Figura 9-Resposta dada pelo aluno na 4º questão-----	50
Figura 10-Resposta dada pelo aluno na 5º questão-----	51
Figura 11-Resposta dada pela aluna na 6º questão-----	52
Figura 12-Resposta dada pelo aluno na 7º questão-----	53
Figura 13-Resposta dada pelo aluno na 8º questão-----	55
Figura 14-Resposta dada pelo aluno a 1º questão-----	57
Figura 15-Resposta dada pela aluna a 2º questão-----	58
Figura 16-Resposta dada pelo aluno a 3º questão-----	59
Figura 17-Resposta dada pelo aluno a 4º questão-----	61
Figura 17-Resposta dada pelo aluno a 5º questão-----	63
Figura 19-Grupo 1-----	64
Figura 20-Grupo 2-----	65
Figura 21-Grupo 3-----	65
Figura 22-Grupo 4-----	66
Figura 23-Grupo 5-----	67
Figura 24-Grupo 6-----	67
Figura 25-Grupo 1-----	68

Figura 26-Grupo 2-----	68
Figura 27-Grupo 3-----	69
Figura 28-Grupo 4-----	70
Figura 29-Grupo 5-----	70
Figura30-Grupo6-----	71
Figura 31-Disco de Newton do 2°1-----	72
Figura 32-Disco de Newton do 2°2-----	72
Figura 33-Caixa de cores do 2°1-----	73
Figura 34-Caixa de cores do 2° 2-----	73
Figura 35- Cores secundarias do 2°1-----	74
Figura 36-Cores secundarias do 2°2-----	74
Figura 37-A cor do corpo do 2°1-----	75
Figura 38- A cor do corpo do 2°2-----	75
Figura 39-Arco íris caseiro do 2°1-----	76
Figura 40-Arco íris Caseiro do 2°2-----	76
Figura 41- O céu Azul do 2°1-----	77
Figura 42-O Céu Azul do 2°2-----	77

Capítulo 1 - Introdução

Uma das ações para construção de conhecimento se faz com as relações estabelecidas entre as pessoas que estão envolvidas nesse processo. Dentro desse contexto é necessário criar e desenvolver métodos de ensino para atingir a aprendizagem da maior quantidade de estudantes. O professor está aos poucos se adaptando às novas técnicas, as quais fazem com que essas interações funcionem da melhor forma possível, utilizando novas tecnologias e novos métodos de ensino como objetivo de aperfeiçoar o processo de ensino e aprendizagem nas escolas.

A maioria da população, que não possuem uma boa condição financeira, frequentam escolas públicas, mas a educação pública é pouca valorizada pela sociedade. A falta de reconhecimento aos profissionais que estão efetivamente na sala de aula é tão grande que poucos alunos possuem o desejo de se tornar um professor, pois reconhecem a carga pesada da profissão sem expectativa de retorno. Em contra partida há profissionais da educação que procuram se qualificar, e aplicam em sala de aula as técnicas de ensinamentos obtidas em suas qualificações.

Os Professores de ciências enfrentam grandes dificuldades com estudantes que possuem os mais variados problemas e obstáculos para a formação do ciclo básico da educação. A física, bem como a química, necessita que os alunos tenham conhecimentos de matemática básica, para que possam ter uma evolução no aprendizado, entretanto quando houve falhas no ciclo inicial da educação, torna-se um grande problema para a evolução da educação do ensino médio. A necessidade que se tinha em estudar e conseqüentemente em passar de ano era para ter melhores oportunidades de trabalho.

Novas melhorias e propostas de ensino estão sendo aplicadas em sala de aula para motivar os professores e os alunos a terem uma melhor relação, na dinâmica do processo de ensino e aprendizagem, e na criação do que ainda pode ser melhorado. Os PCN e PCN+ dão orientações aos educadores como deve ser abordado sua área de conhecimento em sala de aula. Essas orientações vêm com ações contrárias ao processo de ensino tradicional, que tem como ênfase a memorização de conceitos e de fórmulas matemáticas. As atuais orientações de ensino propõem usar novas práticas e

metodologia nas aulas de ciências, essas metodologias são baseadas em processos de resoluções de problemas, experimentos em laboratórios reais ou virtuais, etc.

As atividades realizadas neste trabalho propõem que os alunos sejam convidados a desenvolver o conteúdo abordado no ensino por uma nova perspectiva de aprendizagem. A proposta de ensinar e aprender por meio de resoluções de problemas não é algo que seja um problema para todos os alunos, mas deve ser encarado por grande parte como um problema que deve ser resolvido. A problemática das questões quem faz é o aluno e a busca da solução dos problemas pelos alunos é o caminho da construção dos conhecimentos.

A estratégia experimental ilustrou os conceitos ou teorias que foram explanados na implementação do projeto. As experiências podem proporcionar as interpretações dos fatos e fenômenos que ocorrem na natureza ou em situações específicas. Apesar de alguns questionamentos feitos a respeito da função da experiência nas aulas práticas de física, alguns autores ainda defendem essa ferramenta como uma prática necessária para uma melhor aprendizagem. Um estudo realizado com professores (Força, Laburú e Siva) explica qual é a finalidade da aplicação de experiências em física no ensino médio e os critérios utilizados foram motivacional, instrucional, funcional e epistemológico, cada um se encaixou em um critério.

Os resultados desta pesquisa demonstram que o mecanismo fácil de abstrair os conceitos físicos é por meio de experiência, onde puderam contar com a participação intensiva dos alunos. Parece tão pequeno em se tratar de uma palavra simples como a “cor”, mas não é, já que se trata de um conjunto de conhecimento para defini-la. A óptica é um dos caminhos da física, onde a observação dessa área da física é realizada por meio do estudo do olho humano, intensidade e cor da fonte de luz, a percepção de um corpo por reflexão, a cor do corpo por refração e dispersão da luz, esses são temas que precisam da óptica para se entender e perceber as cores que vemos no nosso ambiente.

A proposta metodológica para unidade didática no ensino das cores está fundamentada na teoria de ensino e aprendizagem significativa de David Ausubel. Dentro desses parâmetros foi desenvolvida uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) por Marco Antônio Moreira que norteiam o caminho necessário e

exemplos para que se faça uma sequência didática em qualquer tema ou área do conhecimento.

Esse trabalho está exposto em seis capítulos. No capítulo 2, são apresentadas as orientações dos PCNs sobre o conteúdo de Óptica e estudos relacionados por outros autores.

No capítulo 3 são apresentados o referencial teórico do ensino aprendizagem de David Ausubel, Mapas conceituais que é o mecanismo de exposição de aprendizagem, a UEPS produzida por Moreira e as medidas dos resultados da aprendizagem por meio da Taxonomia SOLO.

No capítulo 4 é apresentado o local da implementação do projeto e os relatos da proposta da UEPS no ensino das cores por meio dos fenômenos ópticos.

No capítulo 5, são apresentados os resultados dos conhecimentos prévios, das questões-problemas introdutórias na teoria das cores de Newton, resultados da aplicação das questões intermediria, os mapas conceituais feitas pelos alunos e a atividade experimental realizada em sala de aula como conclusão da unidade.

As considerações finais são expostas no capítulo 6

O Apêndice A estão colocados a proposta UEPS no estudo das cores e as questões do conhecimento Prévio, de nível introdutório e intermediário.

O apêndice B está apresentado o texto de apoio ao professor dissertando sobre as cores e suas aplicações nas tecnologias.

Alguns textos realizados pelos grupos de alunos com a teoria das cores são colocados no apêndice C

As atividades Experimentais de óptica realizado em sala de aula para a feira de ciências estão no Apêndice D.

Capítulo 2 - Ensino e aprendizagem em óptica e estudos relacionados

2.1 O ensino de óptica segundo os PCNs

A física é um ramo da ciência da natureza que permite investigar os mistérios do mundo microscópico e macroscópico, da composição da matéria, causa e efeito de fenômenos e a evolução cósmica. Deste modo o estudante ao obter conhecimento de física, reconhecer que ela faz parte do seu cotidiano nas menores e maiores coisas, podendo aplicar seu conhecimento em seu benefício e da comunidade da qual faz parte, fazendo parte de sua formação como cidadão.

Os estudantes devem desenvolver nas aulas de físicas competências que permitam que eles percebam e compreendam os fenômenos naturais e tecnológicos presente no mundo contemporâneo, por exemplo, crises de energia, problemas ambientais e manuais de aparelhos, como situações reais. O desenvolvimento dessas competências que permite que o aluno entenda o mundo em que vive vem a partir de conceitos, princípios, leis e modelos, escritos na linguagem própria da física.

Com esta compreensão, o aprendizado deve contribuir não só para o conhecimento técnico, mas também para uma cultura mais ampla, desenvolvendo meios para a interpretação de fatos naturais, a compreensão de procedimentos e equipamentos do cotidiano social e profissional, assim como para a articulação de uma visão do mundo natural e social. Deve propiciar a construção de compreensão dinâmica da nossa vivência material, de convívio harmônico com o mundo da informação, de entendimento histórico da vida social e produtiva, de percepção evolutiva da vida, do planeta e do cosmos, enfim, um aprendizado com caráter prático e crítico e uma participação no romance da cultura científica, ingrediente essencial da aventura humana. (BRASIL, 2000).

A óptica é descrita nos PCNs (PCNEM e PCN+) juntamente com eletromagnetismo, como parte da física que proporcionam o conhecimento da informação, da comunicação e transporte de energia. A dualidade da luz, onda-partícula, as interações com a matéria são direcionadas no seu tratamento na sala de aula de forma concreta e não abstrata.

Nos PCN+, em física, os conteúdos foram estruturados em seis temas a serem abordados na rotina escolar e devem fazer relações com outros conteúdos que serão estudados no decorrer do ensino médio. O tema 3 trata sobre som, imagem e formação,

descrevendo a necessidade de compreender as formas de meios de comunicação, a produção de imagem e seus processos de captação e desenvolver competência para entender o manuseio de aparelhos tecnológicos, tais como: televisão, computador e máquina fotográfica.

Esses temas se subdividem em unidades que são expostas nos PCN+ (Brasil, 2006). Abaixo são agrupadas algumas unidades pertinentes à óptica:

- Identificar objetos, sistemas e fenômenos que produzem imagens para reconhecer o papel da luz e as características dos fenômenos físicos envolvidos.
- Associar as características de obtenção de imagens a propriedades físicas da luz para explicar, reproduzir, variar ou controlar a qualidade das imagens produzidas.
- Conhecer os diferentes instrumentos ou sistemas que servem para ver, melhorar e ampliar a visão: olhos, óculos, telescópios, microscópios etc., visando utilizá-los adequadamente.
- Compreender, para utilizar adequadamente, diferentes formas de gravar e reproduzir imagens: fotografia, cinema, vídeo, monitores de tevê e computadores.

É necessário que a conexão que ocorra entre professor e aluno seja o conhecimento, esse deve ser no qual o aluno está inserido, ou seja, em seu convívio, tais como fenômenos naturais, lâmpadas, carros etc.

O sentido da experimentação é indispensável e deve fazer parte de todo o desenvolvimento do aluno, segundo o PCN+, deve ser estingado a curiosidade e o hábito de sempre se questionar. Para uma atividade experimental é sugerido trabalhar com materiais de baixo custo que estão sempre disponíveis, assim promovendo competência (Brasil, 2006).

2.2 Estudos realizados por outros autores

A percepção das cores que colorem o mundo, os contatos e observações das pessoas, da natureza estão relacionados com efeito visual. Achamos divertidas e admiramos as diversidades de cores em roupas, objetos e animais e sentimos frieza ao vemos tonalidades escuras. O conjunto olho e imagem é um dos sistemas mais avançados e complexos da natureza. O córtex cerebral fica responsável de decodificar e

formar imagens. Ao olhar para um papel você sabe diferenciar a cor vermelha da cor azul, mas como seria se víssemos tudo em preto e branco, como as primeiras televisões e fotografias, então não faria sentido em falar em cores.

A Teoria das cores geralmente é inserida no estudo da óptica geométrica e no estudo do eletromagnetismo. Na óptica geométrica pode ser abordado como a cor de um corpo pelos fenômenos de reflexão e refração, na explicação do arco-íris, o azul do céu no dia e também através da adição de cores primárias e secundárias. O estudante sente dificuldade em entender que a cor do corpo depende da fonte de luz com que ele é iluminado, no senso comum é que a cor do objeto não muda como se fosse uma característica intrínseca ao corpo. Para que esse conhecimento seja reconstruído é necessário o auxílio das experiências ou simuladores para que eles consigam perceber que o que vemos está relacionado à cor da fonte de luz e não a cor original do objeto.

O estudo teórico e as investigações interdisciplinares necessárias à compreensão da cor conduzem a problemas-chaves e tratam de conceitos fundamentais da Óptica Física que devem ser aprendidos e compreendidos no Ensino Médio. Verificamos também, que os estudantes usaram modelos alternativos que violam leis físicas de comportamento da luz; modelos que podem comprometer esta aprendizagem, agindo como barreiras cognitivas. (MELCHIOR e PACCA).

Melchior e Pacca elaboraram algumas atividades experimentais para confrontar algumas ideias sobre cor, luz e visão. A motivação da pesquisa se deu a partir de concepções alternativas, no estudo de óptica, e da interdisciplinaridade do tema nos demais faculdades do conhecimento, física, química, fisiologia, artes entre outros. No trabalho de pesquisa os autores se viram limitados por falta de referências, na teoria das cores, para se embasarem, mas em contrapartida entusiasmados em se tratar do projeto de pesquisa que faria o diferencial na exploração do ensino e aprendizagem em óptica.

Foi aplicado um questionário para 145 alunos do ensino médio regular abordando alguns fenômenos físicos. As questões utilizadas foram extraídas de um trabalho de origem francês e readaptadas para o conteúdo de óptica, contendo 7 questões. Dos alunos que participaram 119 não tinham estudado o conteúdo da pesquisa. A análise do material foi classificada em grupos pela semelhança das respostas dadas pelos alunos, tais comparações realizadas não classificam em resposta certa ou errada. Os autores dividiram em 4 fatores sobre a construção das explicações fornecidas pelos alunos: O uso de modelos alternativos de visão, a experiência com a

mistura de tintas, a Física previamente estudada e o foco limitado em uma das componentes da cor.

Elio em seu trabalho de conclusão de mestrado (2014) propôs o uso do protótipo Arduino, uma plataforma de Hardware e software, para elaboração de atividades em óptica. Foram realizadas algumas atividades experimentais em grupo e em uma delas chamada de “caixa de cores”, na qual possuía três LEDs nas cores verde vermelho e azul que podem ser acionados individualmente por interruptores do lado de fora da caixa, os alunos faziam algumas observações e a justificavam suas observações com base nos conceitos físicos. Com essa experiência grande partes dos alunos puderam concluir que um corpo visto vermelho sobre a luz branca, continua vermelho sobre a luz vermelha. Essa demonstração procura promover a compreensão sobre a cor dos corpos referente à fonte de luz. Em um segundo momento para completar a experiência “caixa de cores” eles realizaram outra atividade para verificar a cor do corpo na qual deveria iluminar três corpos nas cores verde, vermelha e azul com a fonte de luz vermelha e azul, essas fontes eram de uma lanterna de celular onde estava instalado o aplicativo Arduino da qual você poderia escolher a cor da luz, a atividade do grupo era tirar as fotos da demonstração e explicar os fenômenos relacionados.

Outros trabalhos referentes à óptica abordam de forma indireta o estudo de cores. No trabalho de José Fernando (20014) cuja sugestão é textos relacionados com oscilações, ondas, radiação eletromagnética, cores, propriedade corpusculares da luz, modelo atômico radiação ionizante e aplicação médica com objetivo de servir como texto de apoio ao professor. O texto de apoio no estudo das cores está dividido em contexto histórico, atividades para o professor propor aos alunos e abordagem clássica aproximada às noções quânticas do processo de absorção e emissão das radiações eletromagnéticas pela matéria. Antes da aplicação de seu trabalho ele fez um pré-teste para saber os conhecimentos prévios dos alunos, contendo oito questões e observou se um avanço no desenvolvimento cognitivo dos alunos no pós-teste.

De acordo com a teoria construtivista pautada no diagrama de V de Gowin, Carmes (2007) foram elaborados módulos didáticos para o ensino de óptica e realizaram atividades experimentais e simulações de alguns eventos. Ele trabalhou com grupos de alunos apresentando algumas experiências e com isso percebeu alguns conhecimentos

prévios. Os alunos conseguiram interagir com o professor (mediador) propiciando uma discussão na apresentação do diagrama V de Gowin.

Com os avanços da tecnologia de informação estão sendo desenvolvidos muitos trabalhos e estudos voltados para melhoria do ensino e aprendizagem. Heckler executa no seu produto de mestrado o uso de tecnologias no ensino de óptica, utilizando o simulado *Java Applets* e imagens animadas gerada em câmera digital. Sua atividade está debruçada em toda a óptica Geométrica, mas para explanação do seu objeto de estudo fez uma pequena introdução à física moderna para esclarecer a dualidade onda-partícula da luz. Seu material são textos e imagens animadas destinadas aos alunos.

O *software scratch* é uma ferramenta utilizada para o ensino em matemática e ciências desenvolvidas pelo MIT e o *tracker* é uma ferramenta gratuita para análise de vídeos e fotos que permite fazer análise dos movimentos e realizar simulações em cima dos dados gráficos. No artigo publicado à física na escola (CAVALCANTE, TEIXEIRA, e BALATON, 2016) chamada de “estudos das cores com o Arduino, *scratch* e *tracker*” são utilizados os dois software em experiência para demonstrar as cores primárias, as cores secundárias, combinações de duas cores primarias de mesma intensidade e as outras cores do espectro da luz, variando a intensidade entre duas cores primárias.

A experiência chamada de caixa de cores é um projeto de baixo custo para a demonstração em sala de aula (COSTA, 2008). Uma caixa com três lâmpadas dimmer separadas, cada uma com um filtro das cores primárias da luz, próximo dos filtros são colocados trilhos ópticos, lentes de vidro moveis independentes, que irão aumenta as imagens em 10 vezes. A lâmpada dimmer permite diminuir ou aumentar a intensidade da luz, e na experiência pode propiciar uma intensidade intermediária de uma cor, possibilitando além das cores primárias, outras cores da luz visível e sombras coloridas.

O livro que faz parte do acervo do programa nacional da biblioteca da escola para o ensino médio de Pietrocola e Figueiredo aborda de forma teórica a luz e cores. Eles começam a envolver o leitor com o dialogo imaginário com a luz, na qual luz “contará” através de indagações feitas a ela sobre sua natureza, suas propriedades e os fenômenos que ela causa na natureza. Um dos fenômenos é posto em dois capítulos, onde é apresentada uma explicação para formação do arco Iris, a cor do sol e a cor do céu em alguns momentos do dia. Em um dos capítulos chamado de sentido das cores,

abordam a percepção dos olhos para imagens visualizadas, explicam de forma biológica e física como conseguimos ver e como são formadas as imagens nos olhos. Finaliza o livro com algumas atividades experimentais e teste de questões de vestibulares.

Capítulo 3- Referencial Teórico

Esse projeto foi embasado na Teoria cognitiva da aprendizagem significativa de David Ausubel, da qual a nova informação interage de maneira não arbitrária. Esse conhecimento que faz parte da estrutura cognitiva do ser é chamado de “subsunçores” ou “conhecimentos prévios” que servirá como uma ponte para um novo conhecimento.

Em termos simples, subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura cognitiva de conhecimento do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios específicos relevantes e da interação com eles. (Moreira, 2011, p. 14)

Para que ocorra uma aprendizagem significativa os novos conhecimentos, os novos conceitos, as novas proposições devem está ancorado ao subsunçor. Nossa estrutura cognitiva é cheia de subsunçor que poderá se modificar ficando mais definido e mais rico, isto acontece quando os conhecimentos prévios, requisito necessário, estão estabelecidos no sistema cognitivo, dizemos que esse conhecimento está estável. Há uma dinâmica de relação entres os novos e velhos conhecimentos que dependendo da ligação que existe pode ser chamado de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

Quando existe um subsunçor que se relaciona com uma nova informação e se modifica adquirindo novos significados, se tornando mais rico e definido esse processo é chamado de diferenciação progressiva. A discriminação de conhecimento específica na estrutura cognitiva (diferenciação) para um crescimento (progressiva). Existem dois pressupostos que Ausubel (2000, p.166) colocou para dar lógica ao nome desse processo: I) é mais fácil os seres humanos aprenderem os aspectos diferenciados de uma parcela do conhecimento do que elaborar um todo do conhecimento a começar da parcela diferenciada; II) A organização do conteúdo de uma determinada disciplina no pensamento do ser humano é de forma hierárquica, na qual as ideias mais inclusivas ocupam uma posição mais elevada em geral e as ideias menos inclusivas estão abaixo, de modo decrescente as ideias estão dispostas no intelecto do indivíduo.

A reconciliação integradora é a interação na estrutura cognitiva em que são eliminadas as discrepâncias. O sujeito em uma situação ou contexto irá expor diferenças ou semelhanças daquilo que é real ou aparente no decorrer do processo. Como a diferenciação progressiva e reconciliação integradora ocorrem simultaneamente, porém de forma independente (op. cit. p.22) na qual a primeira diferenciara significados e a segunda reconciliará os significados, para não compreendermos tudo igual ou tudo diferente esses dois processos cognitivos devem ocorrer com intensidades diferentes.

As formas da aprendizagem significativa são: por subordinação, por superordenação e por combinação. Aquela ocorre quando os novos conhecimentos significativos interagem com conhecimentos prévios, porém mais geral e estabelecido na estrutura cognitiva, exemplo, tipos de moradias para seres humanos. Essa, é quando o indivíduo não possui uma noção mais geral de um conceito, e através de semelhança entre algumas definições pode chegar em uma característica de um conceito, o indivíduo sabe que existe casa, sítio, apartamentos, chácaras, etc. Apesar de ser menos recorrente, poderá chegar à definição de moradia, através dos diferentes tipos que já conhece. Esta atribui significados a novos conhecimentos que já existem na estrutura cognitiva e consegue se relacionar com vários outros conhecimentos.

Quando o novo conhecimento não guardar relações de subordinação ou superordenação com conhecimentos específicos existentes na estrutura cognitiva, quando o significado vem da interação com o conhecimento amplo, com o "*background*" de conhecimentos que o aprendiz tem em certa área, a aprendizagem é chamada de combinatória. (Moreira, 2009, p. 33)

Ausubel classificou os tipos de aprendizagem significativa e considerou aprendizagem representacional como fundamental, quando símbolos passam apresentar significados ou conceitos no mundo social. Não muito diferente da alfabetização de crianças em que as letras juntas de forma coerente passam a denotar uma palavra, por exemplo, casa na qual deve representar um conceito, as letras soltas não possuem significados, mas juntas podem formar palavras e passar uma mensagem.

O segundo tipo de aprendizagem significativa é chamada de conceitual, é representada por símbolos, normalmente linguístico, e defini atributos ou características inerentes ao objeto. Ao chegar à aprendizagem conceitual o indivíduo passou antes pela

aprendizagem representacional (através de símbolos) os motivos de ser fundamental e importante. O sujeito percebe que fenômenos e objetos possuem regularidade e começa a representar através de símbolos, todas as características representadas por aqueles símbolos dão ênfase não somente objeto pelo objeto, mas o objeto pelo conceito que ele representa.

A aprendizagem proporcional é o último estágio dos tipos de aprendizagens, antes dela ser assimilada é necessário que o sujeito passe pela aprendizagem representacional, dita básica, o segundo passo é chegar a aprendizagem conceitual, onde os símbolos vão dar sentido e significados ao objeto ou fenômenos. Este tipo de aprendizagem é quando o sujeito acaba agregando conceitos ao único símbolo.

O fundamental neste processo de ensino e aprendizagem é que os novos conhecimentos interajam de forma não arbitrária e não literal com o que o aluno já aprendeu, subsunção. Para que haja aprendizagem significativa são necessários que seja confirmado duas condições: o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender.

O material de aprendizagem, como aulas expositivas, livros e experimentos, deve se relacionar com conteúdo existente especificamente relevante na estrutura cognitiva do discente. A segunda condição requer que o aprendiz tenha uma disposição para relacionar de forma não arbitrária e não literal o novo conhecimento com aquele existente na estrutura cognitiva.

Moreira (op. cit. p. 25) deixa claro que o material não pode ser significativo e sim potencialmente significativo, porque o significado está nas pessoas e não nas matérias. Ausubel (op. cit. p.72) afirma que independente da significação, nem o processo nem o resultado da aprendizagem podem ser significativos, se a própria tarefa da aprendizagem não for potencialmente significativa. O aprendiz é que vai dar significado ou sentido para aquilo que está sendo estudado e não o material.

3.1- Subsunoçores e organizadores prévios

Os subsunoçores são conhecimentos prévios relevantes que o aprendiz possui na estrutura cognitiva que propiciam que novos conhecimentos sejam aprendidos através dele. Os subsunoçores podem ser proposições, conceitos, concepções, modelos mentais, etc.

O subsunçor é a variável mais importante na estrutura cognitiva do aprendiz. Esse conhecimento prévio pode servir de vínculo para um novo conhecimento, assim como esse novo conhecimento pode não ter nenhum conhecimento prévio que faça essa introdução ou essa ligação. Para o segundo fato, onde não há subsunçor, existe uma estratégia de ensino que é chamado de organizador prévio. A função dos organizadores prévios é apresentada de modo introdutório ao objeto de estudo. Moreira (2012, P.2), os organizadores prévios são os facilitadores da aprendizagem e servem como uma ponte cognitiva. É necessário que exista uma manipulação destes organizadores, por meio de comparações com a realidade ou com aquilo que já se sabe em outras áreas do conhecimento, a fim de que o aluno possa ter uma ligação daquilo que possui familiaridade com algo que possa vir a aprender, assim fica perceptível o menor impacto no processo de ensino e aprendizagem. Moreira destaca alguns itens que devem nortear os organizadores prévios:

1. Identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material;
2. Dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes;
3. Prover elementos organizacionais inclusivos que levem em consideração, mais eficientemente, e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material, ou seja, prover um contexto ideacional que possa ser usado para assimilar significativamente novos conhecimentos.

Os organizadores prévios dependem do nível de conhecimento do aprendiz e do material utilizado para o desenvolvimento deste conhecimento, por isso é improvável sem um teste diagnóstico para saber sobre os conhecimentos que os estudantes já possuem.

3.2 Mapas conceituais na aprendizagem significativa

Mapas conceituais são diagramas hierárquicos que indicam relações entre conceitos. Podem ser confundidos com organogramas ou fluxograma, por isso faz-se necessário detalhar as particularidades de cada um. Os organogramas são gráficos que representa uma estrutura organizada e hierárquica, estão dispostos de acordo com o grau de importância. Os fluxogramas são uma representação esquemática que ilustram a transição de informação entre elementos.

Os mapas conceituais apresentam os conceitos relacionados através de palavras que os conectam, existe uma estrutura, mas não de forma hierárquica, de fato, de poder, na qual um conceito é melhor e maior do que o outro. Moreira definiu mapas conceituais, ou mapas de conceitos, como apenas diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos (op. cit. p.123).

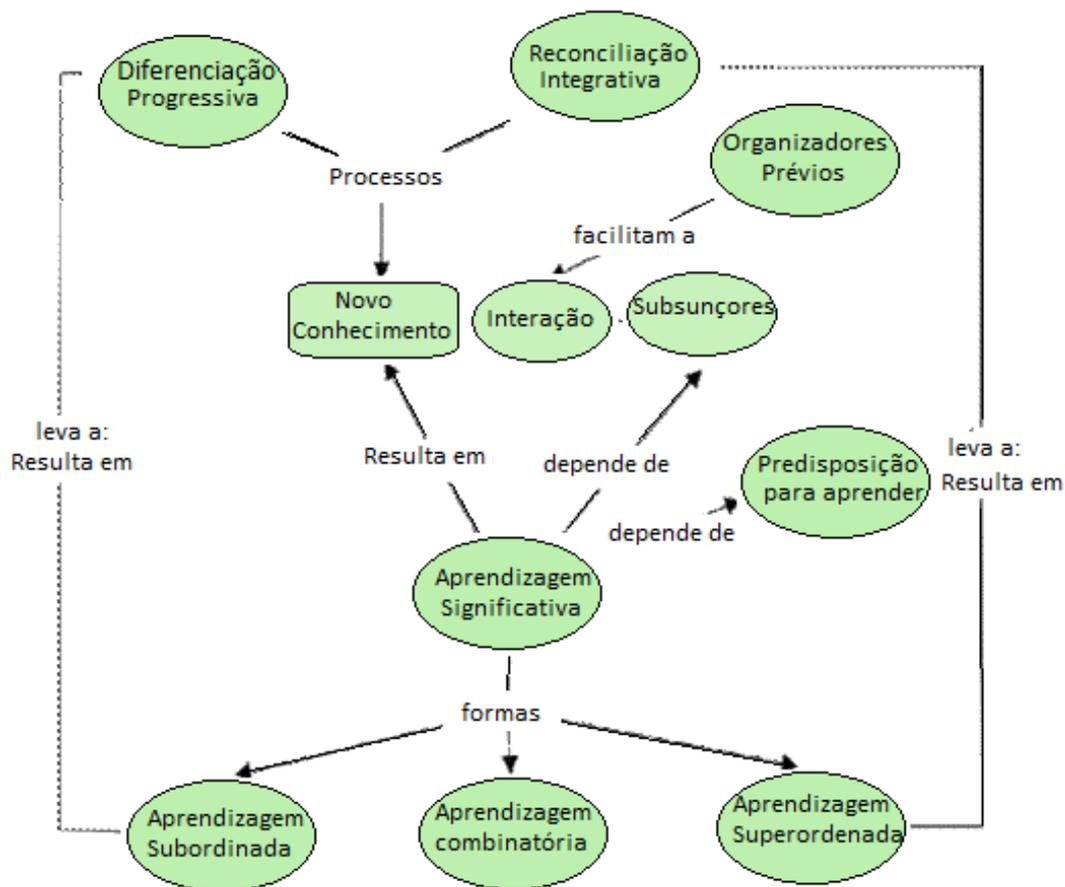


Figura 2-- Mapa conceitual da teoria da aprendizagem significativa¹

¹ Fonte: MOREIRA, 2012, p. 7

Como podemos ver no mapa conceitual acima, os conceitos são colocados em figuras geométricas como: retângulo e elipse. Mas isso não impede, conforme a preferência, que seja utilizado círculos, nuvens etc. Moreira (op. cit. p.126) afirma que o certo é que o uso de figuras ou desenhos geométricos devem estar vinculadas as determinadas regras, como o conceito mais geral devem estar dentro de elipse e conceitos mais específico em retângulos, porém, deixa claro, que figuras geométricas nada significam em mapas conceituais.

O mapa deve deixar claros os conceitos expostos, bem como fazer uma clara diferença sobre os conceitos primário e secundário. Lembrando que não é regra colocar de forma hierárquica, de cima para baixo, mas todo o conceito tem sua importância, umas mais gerais e outras mais específicas. O mapa na figura 3, o conceito mais geral está no meio escrito *aprendizagem significativa* e a partir dele os outros conceitos vão sendo traçados e ganhando sua especificidade.

Existem alguns contextos de ensino e aprendizagem que podem ser usados o mapa conceitual: avaliação, recurso de aprendizagem a respeito do que foi ensinado ou como foi entendido o conteúdo abordado, análise de uma aula, resumo, etc. Contudo não existe mapa conceitual correto, pois é o indivíduo que atribui o significado aos conceitos.

3.3 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)

A sequência didática foi desenvolvida por Moreira, fundamentada na teoria de ensino e aprendizagem de David Ausubel e alguns estudiosos contemporâneos, para uma construção de Unidades de Ensino Potencialmente significativa. Ela é formada por alguns princípios e características essenciais da UEPS, descrito a seguir.

Princípios:

- O conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa;
- Pensamentos, sentimentos e ações estão integrados em quem aprende, essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa;

- É o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento;
- Organizadores prévios mostram a racionalidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- São as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- Situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- As situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade;
- Frente a uma nova situação o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação;
- A diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino;
- A avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
- O papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno;
- A interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados;
- Um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino;
- Essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo;
- A aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica;
- A aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno.

Aspectos sequenciais (passos):

1. Definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;

2. Criar/propor situação (ações) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, etc. – que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta;

3. Propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar; estas situações-problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio; são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente; modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios); estas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e., não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;

4. Uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos; a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grupo;

5. Em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (i.e., aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em

relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora; após esta segunda apresentação, propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador; esta atividade pode ser a resolução de problemas, a construção de um mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc., mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;

6. Concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa; isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um audiovisual, etc.; o importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade; após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;

7. A avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência; tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino; a avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;

8. A UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados,

compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

3.4 A medida dos Resultados da aprendizagem por meio da taxonomia SOLO

Biggs e Collis desenvolveram em suas pesquisas, baseados nas teorias de ensino e aprendizagem de Piaget, a *Structure of Observing Learning Outcome*, a Taxonomia SOLO. Ela permite que os professores avaliem o conhecimento do aluno do que foi aprendido e o grau dessa aprendizagem.

A teoria defende que a estrutura do conhecimento possuem níveis de complexidade que determinam como o conhecimento está organizado na construção cognitiva do aprendiz. A mudança do nível estrutural do conhecimento acarreta a mudança da forma que é representado o conhecimento aprendido. O aprendiz ao sair de um nível menos complexo para um nível mais complexo ganha qualidade de conhecimento, ele sai de uma fase quantitativa para uma qualitativa, onde este conhecimento está mais elaborado e estruturado.

Biggs e Collis (1982) citado por Filipe (2011) afirma que se podem identificar dois tipos de aprendizagem: a superficial e profunda. A superficial se dar pela quantidade que se é aprendido, reproduzindo os detalhes do conteúdo que foi ensinado não se importando com a conexão ou o significado do que se está aprendendo. A aprendizagem profunda refere-se a um entendimento qualitativo e intrínseco sobre o que se está aprendendo, a quantidade não se faz importante e sim qualidade, envolvendo um processo de um nível cognitivo mais alto.

A análise que é feita em uma avaliação deve se encaixar em um dos cinco níveis da taxonomia SOLO (fig. 2)

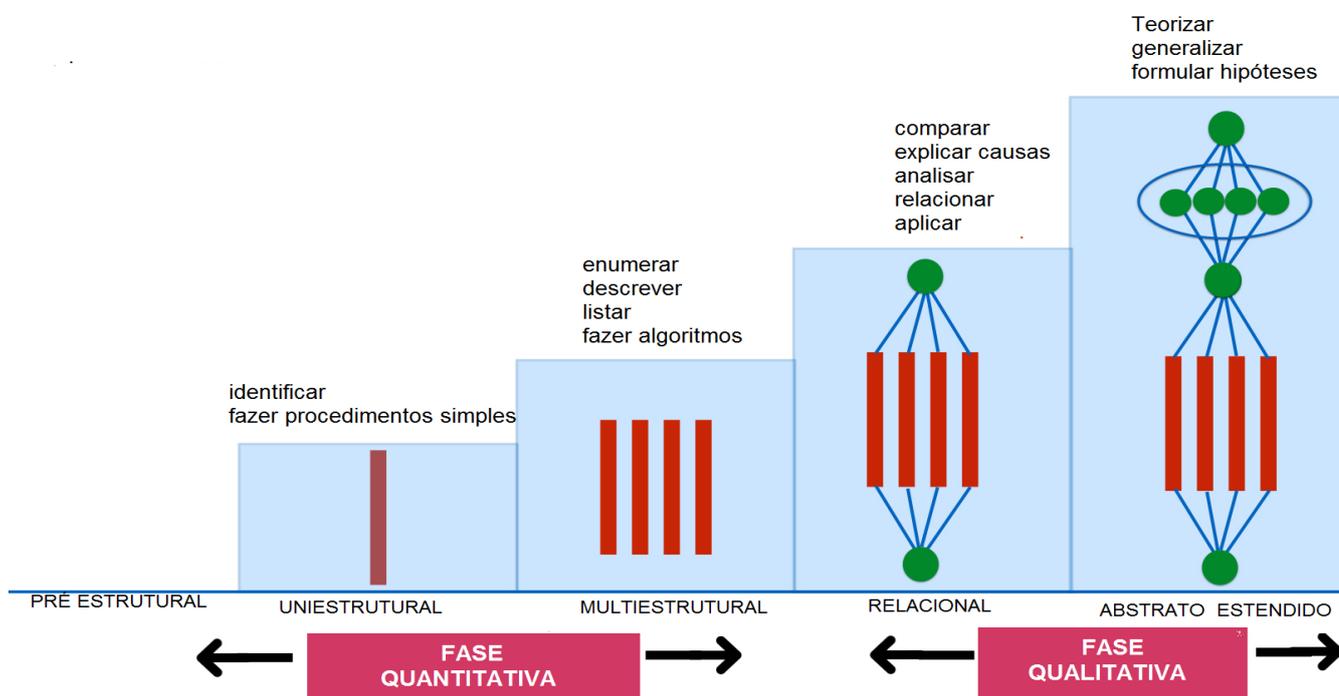


Figura 2-Taxonomia SOLO²

Pré-estrutural: As repostas são, neste nível, inadequada e desorganizada. O aluno demonstra poucas evidências ou nenhuma sobre entendimento de determinado conteúdo.

Uni-estrutural: O aluno é capaz de mostrar algum aspecto relevante do conhecimento sobre um problema ou questionamento, mas como não possui todos os dados, sua resposta é simples e inconsistente. Do nível pré-estrutural ao nível estrutural houve um avanço no entendimento do estudante.

Multiestrutural: O estudante é capaz de lidar com múltiplas informações, mas elas se apresentam na cognição do estudante de forma independente sem conexão nenhuma.

Relacional: neste nível eles possuem todas as informações necessárias e existe relação entre estas informações. A resposta é estruturada e forma um todo, mas a partir destes conhecimentos não pode se questionar para obter outros tipos de conhecimento.

² Fonte: Google imagem

Abstrato Estendido: Existem dados relevantes e ligação de todas as informações. Sua resposta é qualitativa e a partir destas informações é capaz de lidar com informações hipotéticas, que não foram fornecidos, mas por questão de inquietação não se prende a este conhecimento. O estudante pode perceber agora a estrutura do conhecimento de muitas perspectivas diferentes, podendo produzir diferentes respostas. O estudante pode generalizar e criar hipóteses.

Na figura 2 podemos perceber que os três primeiros níveis estão relacionados com a quantidade de informação e sem se importar com a qualidade delas, isso implica que o conhecimento aprendido é superficial. Ao contrário, os dois últimos níveis estão associados à quantidade de conhecimento e também a qualidade com que ele está inserido no intelecto, logo o conhecimento é profundo e mais rico de detalhes.

Para classificar o nível de conhecimento a respeito do objeto de estudo são dados os verbos da Taxonomia SOLO (tabala1).

Nível	Verbos
Abstrato Estendido	Teorizar, criar hipóteses, generalizar, compor, criar, provar a partir de princípios.
Relacional	Aplicar, integrar, analisar, explicar, predizer, concluir, argumentar, caracterizar, comparar, diferenciar, examinar, concluir argumentar.
Multiestrutural	Classificar, descrever, listar, ilustrar, selecionar, calcular, sequenciar, separar.
Uniestrutural	Memorizar, identificar, reconhecer, contar definir, corresponder, nomear, citar, ordenar, copiar.

Tabela 1- Lista de verbo da Taxonomia SOLO³

Fazem-se necessárias duas considerações para o resultado pretendido da aprendizagem: O tipo de conhecimento envolvido e a seleção do conteúdo a ser ensinado. Zabala (1998) explica que os tipos de conteúdo devem ser abordados de acordo com aprendizagem que se quer desenvolver no aluno, e o classificou em: conteúdos factuais, conceitual, procedimental e atitudinal. Enquanto que Bernard citado por Fujita e Rubi classifica em conhecimento declarativo, procedimental e metacognitivo. O declarativo é o que se sabe e serve para sabermos como são as coisas

³ Fonte: Biggs; Tang

e o mundo que nos rodeia é representado através de esquemas. O procedimental é saber como fazer e quais métodos que são pregados para ser alcançados. Vamos nos limitar nestes dois tipos de conhecimentos, já que o conhecimento metacognitivo é análise do próprio processo de pensar.

Então devemos ter:

- O tipo de conhecimento (declarativo ou procedimental);
- O conteúdo a ser ensinado;
- O nível de entendimento (segundo a taxonomia SOLO).

De acordo com a atividade de ensino e o resultado pretendido da aprendizagem o aluno deve ser capaz de fazer o que antes não era capaz. A taxonomia SOLO mostra os níveis de entendimento, como: descrever e classificar, nível uni-estrutural. Ela diz ao professor o que o aluno é capaz de fazer e em que nível. Pode-se planejar o ensino de acordo com o nível de entendimento que ele queira que os estudantes apresentem, para isso deve se atentar ao que deve ser feito e o que o aluno deve fazer para que a expectativa do conhecimento seja alcançada. As atividades de aprendizagem devem estar alinhadas aos verbos.

Capítulo 4- Implementação da proposta

4.1 Local de Aplicação da Proposta e o perfil das Turmas

A implementação do Projeto foi aplicado em uma Escola Estadual localizado no Bairro Santo Antônio em Manaus. Atualmente ofertando nos três turnos os três anos do ensino médio. A escola possui treze salas de aula, biblioteca, quadra de esportes, um laboratório de informática e sala de mídia, foi necessário os dois últimos espaços citados para a execução da UEPS, onde foi possível fazer o manuseio do PHET e assistir os vídeo sobre óptica.

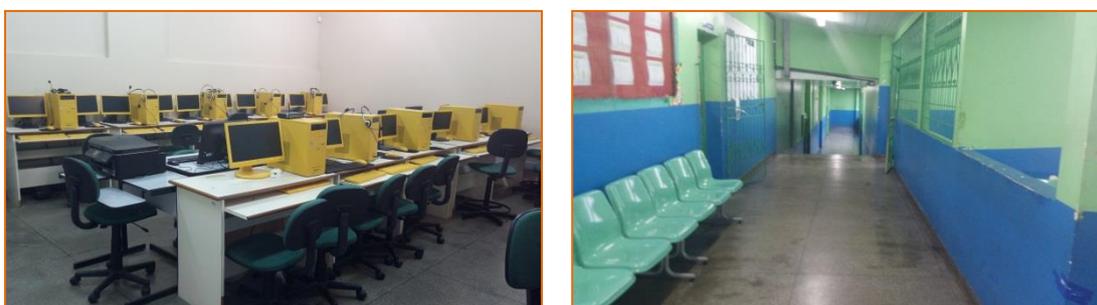


Figura 3-Laboratório de Informática e corredor de salas de aula

A proposta da UEPS para estudo das cores por meio da óptica geométrica ocorreu no intervalo de tempo que compreendeu o final do 3º bimestre e o todo o 4º bimestre do ano letivo de 2016 intercalando com outros projetos que a escola desenvolvia neste tempo como leitura e letramento, interdisciplinaridade, e feira de ciências.

O turno vespertino possuem duas turmas de primeiros anos, três de segundos anos e três de terceiros anos totalizando oito turmas. As turmas onde realizamos a proposta da UEPS foram as turmas de 2º1 e 2º2. A turma 1 possuem 35 alunos com faixa etária em torno de 16 anos e sua característica é participação e interação escolar. A turma 2 contem 33 alunos com faixa de 16 para os 17 anos e o seu destaque é o rendimento escolar. A princípio achei a quantidade de alunos empecilho para tal atividade já que para uma qualidade de ensino o ideal é que fossem turmas menores, mas como já os conhecia e já havia uma interação com os alunos do ano anterior, logo a dificuldade não foi sentida como previa.

4.2 Relatos das atividades

Atividade 1

De acordo com a proposta da unidade didática, no apêndice A, foi aplicado um verificação dos conhecimentos prévios através de um questionário que abordou fenômenos ópticos. Neste questionário foram colocadas imagens e algumas abordagens sobre os fenômenos ópticos e foi pedido que os alunos, através dos conhecimentos que tinham, tentassem explicar porque, como e sobre quais condições ocorriam tais fenômenos. Para esta atividade foi destinada três tempos de 50 minutos. É importante relatar que as figuras que foram colocadas na impressão estavam em preto e branco, e para solucionar este impasse foi utilizado um data show, as imagens eram passadas conforme era pedido pelos alunos para que pudessem ter ideias e tentassem imaginar como observador dos fenômenos.

Antes de aplicar o primeiro questionário, tinha a impressão que não se fazia necessário colocar as imagens para que eles respondessem a verificação dos conhecimentos prévios sobre os fenômenos ópticos. Por que imaginei que eles já observaram tais fenômenos ópticos tratados na atividade, ao menos uma vez na vida, ou que já ouviram através dos meios de comunicações e comentários feitos por pessoas do seu meio social, mas pude perceber que faziam questão que eu colocasse as imagens para que pudessem se inspirar para responder a verificação. Durante a aplicação ouvi alguns comentários como:

-Isso ocorre e sempre tive curiosidade, mas nunca parei para saber como acontece.

-Me passou pela cabeça nessa semana e pensei perguntar para minha mãe, mas acho que ela não sabia responder.

Na atividade 1 foram colocados 7 tópicos referentes aos fenômenos causados pela luz ou a interação da luz com a matéria a cada tópico possui uma ou algumas perguntas a respeito das imagens, houve poucas perguntas deles a respeito de como acontece. Percebi que ficaram presos mais as imagens do que preocupado em fazer perguntas sobre como acontece os fenômenos retratados. No início não queria preocupá-los, mas não deixei claro, até mesmo como estratégia, se era uma avaliação ou não. Caso falasse que não era, tiraria a responsabilidade sobre eles de tenta responder ou de

fazer um esforço, se falasse que sim estaria faltando com a verdade. Mas ouvi algumas afirmações como:

-Vou tentar responder, mas não sei se está certo!

-Eu já ouvi em algum lugar essa explicação, mas não lembro ao certo então vou explicar do jeito que eu sei!

Houve poucas diferenças no momento da aplicação das turmas. O 2º1 estava querendo ter a resposta certa e isso lhes preocupavam, pois não tinha certeza se era uma prova ou não. A turma do 2º2 estava muito intimidada em fazer alguma pergunta, percebendo isso expliquei pela segunda vez questão por questão e com isso estendi a aplicabilidade dos conhecimentos prévios.

Atividade 2

Visto que alguns alunos não opinarão sobre algumas situações que foram colocados na verificação dos conhecimentos prévios, contudo foi realizada uma pequena explanação de alguns temas e fenômenos ópticos, logo pedi que eles pesquisassem sobre os eventos que foram colocados na atividade 1, das quais facilitariam uma organização dos conhecimentos que iríamos estudar.

Foi aplicada a atividade 2, na qual os alunos deveriam responder 8 questões, chamado de questões problemas de nível introdutório, como já havia formulado as questões desta fase e era passível de mudanças ou readaptações de acordo com as repostas que foram dadas nos conhecimentos prévios, ou seja, deveria ter uma noção do que os alunos pensavam sobre alguns fenômenos, então foi feita algumas mudanças necessárias, como a explicação do efeito de um lápis que parece está quebrado quando imerso em um copo com água, as cores das roupas nas estações do ano e formação de imagem regular e difusa, etc.

Entreguei e expliquei questão por questão para que eles pudessem compreender melhor o que é pedido. Novamente as diferenças são poucas entre as turmas no momento da aplicação, a turma 2º1 mostrou certo desconforto com as perguntas, pois queria saber a resposta de tudo, alegavam que uma aula era insuficiente, assim eles colocariam uma resposta conveniente com a pergunta. Senti a mesma angustia da turma do 2º2, mas em menor intensidade, percebi que eles também gostariam de colocar uma

resposta correta, mas sentiam necessidade de saber a resposta sem perguntar nada. Percebi certa tensão das turmas, por que são perguntas de nível qualitativo, eles ficavam se perguntando: Como seria? Eles entenderam o que foi perguntado, mas passavam muito tempo se questionando e imaginando. Utilizavam ferramentas como o papel de atividade como espelho e a caneta esferográfica sobre a luz do sol, quem estava próximo da janela, para conseguir chegar próximo das respostas que “consideraria como correta”. Algumas situações foram necessárias explicar duas e três vezes a pergunta, para que eles conseguissem chegar a uma conclusão racional ou que eu pudesse dar uma direção sobre uma possível resposta.

Na aula posterior os alunos se reuniram em grupo para discutir as questões e responder e entregaram as respostas das oito questões realizadas pelo grupo.

Atividade 3

Nesta fase da proposta UEPS, foi necessário dizer claramente e afundo qual era o conteúdo a ser abordado e o que deveria ser essencial para eles aprenderem inicialmente para fazer uma construção de conhecimento para os outros níveis mais elevados do conhecimento. O objetivo na atividade 1 era ter conhecimento do que eles sabiam e na atividade 2 levantar algumas dúvida e curiosidade a respeito do conteúdo de óptica, por conseguinte uma organização de pensamento sobre tais conteúdos estudados.

Foi preparada uma apresentação expositiva por meio 34 slides, com alguns tópicos importantes de introdução a ópticos e os fenômenos de reflexão, refração e absorção, e propositalmente alguns tópicos foram colocados para que pudesse haver uma breve discursão sobre o que eles colocaram como resposta e o que de fato acontece nas atividades 1 e 2, exemplo disso foi as fases da lua, especialmente a lua nova, quais são as cores da luz branca, que cor é visto quando é aplicada uma luz monocromática sobre um objeto, etc.

A turma do 2º1 pareceu-me muito entusiasmada, por que fui explicando o conteúdo e a cada tópico surgiam questionamentos. Consegui perceber animação em querer responder algo que havia aprendido. O que achei interessante é que aqueles alunos que não tem uma fama de estudiosos ficaram disputando com alunos mais aplicados e indagadores as respostas das perguntas que eram feitas. Enquanto explicava reportava-me as perguntas na atividade 1 e 2 e com isso direcionando a uma resposta.

Como houve participação da turma, o que era previsto para ser apresentado em três tempos de aula foi prolongado para quatro tempos de aula.

No 2º2 houve alguns contra tempos por que o que inicialmente deveria ser apresentado em três aulas foi apresentado em cinco aulas, pois os tempos de aula que obtive nesta turma não foram consecutivos de um tempo a outro no mesmo dia, já que a escola estava com alguns eventos nesta semana e acabou interferindo na rotina escolar. Esta turma em relação à outra mostrou ser mais centrada na explicação e nos detalhes, contudo houve a mesma participação e explanação do assunto.

Finalizei esta fase da atividade pedindo para que fizessem trios para que discutissem sobre o conteúdo da aula e fizessem um resumo do que foi comentado. A princípio era para ser feito em grupo de no máximo 6 pessoas, mas achei melhor que fosse feito com três alunos, assim todos participariam.

Atividade 4

Foi pedido para que se reunissem em grupos, de no máximo 6 alunos, e colocassem no papel os componentes para que pudessem trabalhar juntos e fazer a leitura do texto “*A teoria das cores de Newton em fenômenos naturais e aplicado na tecnologia*”. Deixei que escolhessem os integrantes das equipes para que trabalhassem harmoniosamente, porém esclareci que a mesma equipe deveria ficar até a finalização da aplicação do projeto. Enquanto isso, eu percorri cada grupo para verificar se realmente eles estavam lendo o texto e esclareci algumas dúvidas.

Cada grupo ficou com três cópias do texto que compartilharam entre si. As impressões do texto que foram dadas as eles estavam em preto e branco, pedi um dos componentes do grupo que me passasse um E-mail para que eu enviasse o texto em cores e ele pudesse repassar aos demais integrantes. Foi calculado um intervalo de tempo para a leitura e discussão em grande grupo, mas o intervalo previsto foi ampliado, pois não foi possível terminar de fazer a leitura e reflexão pelos grupos. Como o tempo previsto não foi o suficiente, tanto em uma turma quanto em outra, eu permiti que levassem o texto para casa e terminassem de fazer a leitura, de forma que eles iriam se arranjar para dividir o texto foi deixado sobre a responsabilidade de cada um combinar com seu colega, visto que eles estavam fazendo leitura em dupla.



Figura 4-turma do 2º1 para a leitura do texto e discussão em grande grupo

Projeto PHET são simuladores interativos gratuitos de matemática e ciência. É uma ferramenta educacional que pode ser utilizado por professores cuja aula requeira uma demonstração e por alunos para reforçar o conteúdo em estudo. Nesse sentido foi utilizado o PHET visão de cor que pode ser trabalhado a luz como partícula, luz monocromática, o sistema RGB, formação das cores secundárias e radiação da luz em filtros coloridos. No laboratório de informática da escola havia 29 computadores, mas dos computadores que lá estavam somente 11 estavam conectados à internet da escola e para atividade realizada deveria ter internet ou ter o aplicativo instalado no computador.

Levei primeiro a turma do 2º 2, que ressaltaram que nunca havia entrado no laboratório de computação da escola. Ao chegar expliquei a proposta do aplicativo PHET e apresentei o simulador visão de cor, para isso tive que dividir em dois grupos o que iriam manusear nos primeiros 20 minutos e os que iriam utilizar nos outros 20 minutos. O primeiro grupo teve que sentar em dupla, pois não havia computadores para todos, enquanto eles estavam manuseando pedi para fazer algumas operações e me dar às respostas orais (fig. 5). Depois troquei os grupos e o mesmo procedimento foi feito.



Figura 5-Turma do 2º2 na manipulação do simulador PHET visão e cor

Como tive alguns problemas pela pouca quantidade de computadores disponível para uso com a turma do 2º2, então resolvi baixar antecipadamente em alguns computadores o programa, pois assim não dependeria do bom funcionamento da internet da escola. Mas o mesmo problema que tive com a turma anterior, eu também tive com esta, mesmo se fossem utilizado todos os computadores ainda não supriria a necessidade de toda turma. Expliquei a finalidade do PHET e algumas ferramentas de manuseio e dividi em dois grupos para o revezamento do computador.

Apliquei novamente outra atividade com o nível de conhecimento mais avançado, do qual os alunos deveriam responder de acordo com que está sendo abordadas durante o decorrer das aulas e claro suas experiências, mas agora com mais sentido e olhar apurado sobre a complexidade da sensibilidade da visão. Algumas questões são abertas no entendimento, porém deve deixar resquício de como foi interpretado e qual é sua resposta perante a sua interpretação. Infelizmente o dia que estava previsto para tal aplicação era de muita chuva, com isso alguns alunos faltaram.

Enquanto o texto falava em reflexão e refração que são fenômenos de suma importância da óptica, resolvi fazer uma nova apresentação para esclarecer algumas ideias e somar outras que viessem a engradecer e fazem parte do currículo exigido. Com isso realizei uma apresentação de 18 slides abordando os fenômenos de reflexão em

espelhos planos e esféricos, leis da refração em meios transparentes e tipos de lentes ópticas. O tempo novamente foi um obstáculo, mas já previsto, visto o que era planejado anteriormente era em menos tempo. Mas com a participação constante da turma ficou inviável o tempo como se era esperado.

A abordagem realizada não precisou de um rigor matemático. Mas por ora, foi exigido que eles associassem o que estava sendo declarado, como fenômenos reais que faziam parte de suas vidas e que possuíam um nome, e este nome, dito às vezes em uma palavra possuíam uma definição ou uma característica.

Enquanto estava apresentando, pedi que fizessem anotações dos conceitos e exemplos mais importantes, claro que com uma pequena pressão que possivelmente teriam em uma prova sobre o que estava sendo abordado, é obvio que isto foi só uma manobra para que dessem a importância que era exigida.

Na aula seguinte comentei o que é mapa conceitual e dei alguns exemplos. Mas como a forma de monta-lo não é simples, pedi que os alunos fizessem um mapa conceitual hierárquico, para que pudessem avaliar a ordem dos conceitos que estavam sendo colocado e seus conectivos. Eles tiveram novamente muitas dúvidas, já que é uma forma nova de colocar e generalizar seu conhecimento sobre óptica. Após a verificação dos mapas individuais eles se organizaram em grupo para a entrega de um único mapa.

Atividade 5

Já sabendo os componentes que estão participando dos grupos, foi feito um sorteio para a realização da apresentação experimental. Depois do sorteio foi chamado cada grupo em particular e apresentado às experiências por meio de vídeo e texto de atividades experimentais de acordo com a ordem da sequência didática, deste modo teve um intervalo de tempo de 10 a 15 minutos com cada grupo, para que pudesse explicar a finalidade de sua experiência e como deveria expor no dia da apresentação, deixando aberto para que eles possam utilizar a imaginação, criatividade e outras fontes de pesquisa para aborda seu assunto.

Naturalmente houve alguns questionamentos sobre a situação problema que deveria ser levantado por meio de um texto, mas novamente deixei livre escolha de como eles iriam relatar e de que forma, no entanto esclareci que alguns dias antes da apresentação do grupo eles deveriam entregar para que eu pudesse fazer uma leitura prévia.

No intervalo de tempo das pesquisas, confecções e estudos da apresentação, foi colocado o vídeo chamado “Óptico” produzido pela universidade do estado da Bahia com o financiamento do FNDE, são três vídeos curtos em torno de 10 minutos cada, disponível na internet. O projeto é chamado de “Física e o Cotidiano” que procura explicar os fenômenos da natureza por meio da experiência ocorrida no dia a dia, com isso contextualizando e possibilitando em dada circunstância o conhecimento científico. Coloquei o vídeo para as duas turmas como suporte do conhecimento em desenvolvimento por eles e até como auxílio para o enriquecimento dos seus discursos de apresentação experimental.

Ao se reunirem e começarem a estudar para a confecção da experiência, apresentação e elaboração do texto surgiu dúvidas e expectativas do grupo, tanto 2^o1 como 2^o2, portanto foi marcado uma consulta para cada grupo no dia que tinha aula com eles, para que eles me relatassem as dificuldades, ideias e o que foi feito até então. Nesta ocasião tive algumas surpresas, como abordar o texto da situação problema por meio de um diálogo entre duas pessoas, fanfic, por história em quadrinhos, histórias de super-heróis, etc. Resolvi pegar o E-mail de um ou dois dos componentes de cada grupo para enviar o material de apoio sobre suas experiências e que eles me comunicarem caso houvessem dúvidas.

Marquei com eles a data para apresentação experimental, mas antes de chegar o dia da apresentação algumas turmas vieram me procurar para estender a data, pois estavam sentido dificuldade em confeccionar a experiência, os motivos eram variados. Conseqüentemente marquei uma nova data e chamei cada grupo para conversar e saber ao certo qual era suas dificuldades e propor soluções ou alternativas.

Foi pedido que eles entregassem o texto antes para uma análise e talvez uma possível mudança antes da apresentação, a maioria conseguia fazer o que foi solicitado, mas dois grupos só conseguiu entregar no dia da apresentação, sendo assim inviável uma leitura e uma possível discursão pelos grupos a respeito das dúvidas levantadas em seu texto.

A apresentação foi realizada pelos grupos nos tempos destinados a eles demorando em média cada grupo em torno de 30 minutos com apresentação e com a leitura dos respectivos grupos sobre o questionamento levantado. Alguns textos eram pequenos outros grandes requerendo mais tempo para uma compreensão.

Antes da apresentação foi tirada uma cópia para cada grupo do texto das apresentações realizadas naquele dia e o grupo que iria apresentar escolhia como deveria ser feito a leitura do texto, podendo ser antes, depois ou entre sua apresentação. Os grupos, que não estavam apresentando, defendiam verbalmente uma possível solução do problema, com isso ficando a cargo do grupo em sua abordagem experimental explicar a solução problema levantado no texto.

Para o fechamento do 4º bimestres foi realizado uma feira de ciência da qual os segundos anos ficaram responsável de apresentar as experiências de Ópticas, fiquei como coordenadora destas turmas e dividi novamente as apresentações para o dia e as prévias para esta apresentação compõem o manual de atividades práticas de físicas, apêndice D.

A tabela 2 é um breve resumo do que foi feito em cada atividade por tempo de aula e trabalhos realizados.

SEQUÊNCIA DA UEPS	ATIVIDADE	TEMPO Hora /aula (50min)	TRABALHOS REALIZADOS
Criar ou propor situação (ções)	1	3h	Aplicação do levantamento dos conhecimentos prévios. Questionário com situações-problemas sobre alguns fenômenos Ópticos.
	2	1h	Aula expositiva para a formação dos organizadores prévios.
		1h	Organizadores prévios. Questionário com situações problema a nível introdutório resolvido pelos alunos primeiramente individual e depois em grupo.
Apresentação do conhecimento a ser ensinado e aprendido	3	4 á 5h	Apresentação do conteúdo por meio de uma aula expositiva. Da qual os alunos irão fazer uma síntese do conteúdo.
Apresentação do		3h	Leitura de um texto “ <i>A teoria das cores de Newton em fenômenos naturais e aplicado na tecnologia</i> ”. Utilização do simulador PHET pelos alunos.

que se deve aprender com maior nível de complexidade.	4	1h	Aplicação das questões problema de nível intermediário.
		1h	Aula expositiva
		2h	Aula expositiva de Mapa Conceitual pelo professor. Formação de grupo para Elaboração do Mapa Conceitual sobre os conteúdos abordados.
Conclusão da Unidade	5	2h	Distribuição de Experiências e consulta com cada grupo para explicar a finalidade de sua abordagem experimental.
		1h	Exposição de vídeo aula “ <i>Óptica</i> ”.
		1h	Entrega dos textos autorais pelos alunos a professor e algumas correções e sugestões.
		3 á 4h	Apresentação das experiências e a leitura do texto situação problema por cada grupo e sua argumentação e explicação para a solução do problema.
		2h	Apresentação final para a feira de Ciências

Tabela 2-Atividades desenvolvidas na proposta da UEPS em Óptica

Capítulo 5- Análise dos resultados:

A proposta da UEPS para estudo das cores por meio dos fenômenos ópticos teve início com uma verificação dos conhecimentos prévios nas turmas do 2^o1 e 2^o2 da Escola Estadual do Amazonas. Inicialmente foi feita a leitura de todas as repostas dadas pelos alunos individualmente e após verificado que alguns alunos não possuíam conhecimento ou possuíam pouco referente aqueles eventos naturais, com isso ministrei um tempo de aula sobre os temas: reflexão, refração e absorção, uma aula geral de conhecimento superficial. Logo após foi aplicado questões de situações problemas de nível introdutório com 8 questões e uma análise sobre o que estes organizadores prévios colaboram para a progressão desses conhecimentos.

Algumas aulas foram ministradas sobre todos os conteúdos de óptica geométrica, ressaltando alguns temas por conveniência, e realizadas uma nova avaliação que serviu para segunda nota do 4^o bimestre valendo a nota de 0 a 10 pontos. A nota “zero” para as questões que não foram respondidas e 1 ponto para questões respondidas, mas que não havia ligação correta entre a resposta e a pergunta, chamei de nota de participação.

Os alunos se organizaram em grupos para elaboração de um Mapa Conceitual sobre Óptica Geométrica, uma elaboração de “texto problema” abordando a experiência do grupo, que pode ser visto no apêndice C. Para finalizar a sequência didática, apresentação experimental dos grupos sobre cores.

5.1 Conhecimentos Prévios

Na primeira aula apresentamos a UEPS para a Óptica e logo depois aplicamos um questionário para verificação dos conhecimentos prévios. O questionário contém sete itens de fenômenos ópticos ou propriedades da luz, Apêndice A, em todos os itens foram apresentados com imagens para que pudessem explorar sua imaginação e abrissem caminhos para uma possível resposta. Todas as repostas foram lidas, das quais foram avaliados os conhecimentos prévios.

Nas tabelas de conhecimentos prévios seriam colocadas somente repostas compatíveis com o conhecimento científico, entretanto foram tabeladas aquelas que responderam adequadamente quanto às repostas com maior número de frequência

comparada com o total da turma, não foi avaliado o conhecimento científico ao pé da letra, muito porque a explicação com os termos técnicos não será exigido e sim a ideia para sua ocorrência.

Dentro de cada tabela há a situação “Não responderam ou não sabiam” onde foram considerados aqueles alunos que não responderam absolutamente nada sobre o fenômeno que foi questionado ou aqueles que apesar de responder não havia qualquer fundamento.

1. Fenômeno do Arco Íris				
Associação de resposta	Turma 2°1		Turma 2°2	
	Números	%	Números	%
Não responderam ou não sabiam	0	0%	1	3%
Após a chuva	27	90%	29	91%
As cores viriam da luz do sol	10	33%	12	38%
A luz branca como essencial para a visualização do fenômeno	19	63%	20	63%
Relataram algo parecido em seu dia-dia	17	57%	24	75%

Tabela 3-Conhecimento sobre Arco Íris

Praticamente todos responderam algum item do fenômeno arco íris, boa parte descreveu sua ocorrência após a chuva, mas os efeitos da refração da luz poucos sabiam responder, pois não imaginavam que a luz branca do sol era formada por um conjunto de cores monocromática. Pensavam que a luz do sol era essencial para visualização do fenômeno, mas não que faz parte dele.

2. Tipos de fontes de luz				
Associação de resposta	Turma 2°1		Turma 2°2	
	Números	%	Números	%
Não responderam ou não sabiam	7	23%	9	28%
Identificaram corpos que geram luz e refletem a luz	12	40%	7	22%
Reconheceram que a lua depende do sol para ser vista	13	43%	15	47%
Afirmam que a lua possui luz própria	9	30%	10	31%
Acham que a vela não possui luz porque depende de uma fonte de calor para ser acesa	9	30%	9	28%

Tabela 4-Conhecimento sobre fonte primária e secundária da luz

Menos da metade conseguiram afirmar nas imagens apresentadas o que é um corpo luminoso e um corpo iluminado, pois achavam que a vela não é uma fonte de luz por si só, já que dependia de uma fonte de calor para ser acesa. Mas alguns alunos

tinham a noção de que a fonte de luz da lua nada mais é do que os reflexos do sol, em contrapartida outros afirmaram que a lua era fonte primária de luz.

3. Meios de Propagação da Luz

Associação de resposta	Tuma 2°1		Turma 2°2	
	Números	%	Números	%
Não responderam ou não sabiam	7	23%	7	22%
Depende do material e da superfície	16	53%	14	44%
Afirmam que o vidro e o Plástico Transparente permitem a passagem de luz	18	60%	23	72%
Que a escolha da janela depende da transparência e visibilidade	18	60%	21	66%

Tabela 5-Conhecimento sobre meios de propagação da luz

De acordo com o material a luz encontra uma facilidade de transpô-lo, uma porcentagem expressiva escreveu que a luz passa em meios transparentes como o vidro e o plástico e das três janelas é utilizada aquela com intenção de ver e ser vista.

4. Característica da luz

Associação de resposta	Tuma 2°1		Turma 2°2	
	Números	%	Números	%
Não responderam ou não sabiam	17	57%	19	59%
A sombra é causada por um objeto que é colocado na frente da luz	6	20%	8	25%
Afirmam que a luz depende de sua extensão	6	20%	4	13%
Reconhecem que a luz não é formada de matéria	8	27%	13	41%

Tabela 6-Conhecimento sobre as particularidades da luz

Sobre as particularidades da luz mais da metade não sabiam ou não responderam algo lógico, porém dos que responderam afirmavam que a luz não é formada por matéria.

5. Fenômeno de Reflexão

Associação de resposta	Tuma 2°1		Turma 2°2	
	Números	%	Números	%
Não responderam ou não sabiam	6	20%	8	25%
A imagem como processo de Reflexão realizada pelo lago	21	70%	22	69%
A ondulação do lago para formação de imagem embaçada	16	53%	20	63%
Ao espelho	18	60%	17	53%
Não conseguiram identificar	19	63%	16	50%

Tabela 7-Conhecimento sobre o fenômeno Óptico de reflexão

Associaram a visualização da imagem como processo de reflexão sobre o lago e a imagem embaçada por deformações na sua superfície d'água. Fizeram a ligação da imagem do lago com a imagem feita por um espelho plano, vale ressaltar que não foi escrito por eles nenhuma vez espelho plano, pois em suas concepções o único que se deve ser chamada de espelho é o espelho plano, os demais não fazem parte ou pouco são observados em sua rotina. Poucos conseguiram identificar de fato quem é imagem e quem é objeto.

6. As cores do Céu				
Associação de resposta	Turma 2°1		Turma 2°2	
	Números	%	Números	%
Não responderam ou não sabiam	13	43%	17	53%
O azul e o vermelho do céu é consequência da inclinação dos raios solares	1	3%	4	13%
A falta de cor à noite como ausência de luz do sol	9	30%	8	25%
A cor cinzenta do céu com nuvens carregadas	12	40%	13	41%

Tabela 8-Conhecimento sobre as cores do céu

Apesar da complexidade do tema, alguns responderam que o azul e a cor vermelha no nascer e pôr do sol é consequência da inclinação dos raios solares ou a rotação da terra em seu próprio eixo, foram consideradas como se fosse a mesma resposta. Eles relataram que falta de cor à noite é por ausência de luz solar e as cores acinzentadas em dias fechados é resultado das nuvens carregadas de água.

7. Eclipse				
Associação de resposta	Turma 2°1		Turma 2°2	
	Números	%	Números	%
Não responderam ou não sabiam	12	40%	17	53%
Alinhamento da Terra, lua e Sol.	17	57%	15	47%
A lua de Sangue é proporcionada pelo ângulo de Incidência da luz solar	8	27%	4	13%

Tabela 9- conhecimento sobre evento eclipse Lunar

Na tabela acima podemos perceber que aproximadamente metade tinha o conhecimento que era o alinhamento dos três astros, mas não foi considerada a ordem deles, entretanto não souberam diferenciar o que é eclipse solar de lunar. Por parte de alguns já havia o conhecimento que a lua reflete a luz que vem do sol, então a cor avermelhada foi associada com ângulo de incidência da luz solar sobre a lua, mas não detalharam ou não souberam explicar com mais propriedades o conhecimento deste fenômeno.

5.2 Situações Problemas de Nível Introdutório

As questões de nível introdutório são questões específicas e básicas sobre os fenômenos ópticos de reflexão, refração e absorção, o objetivo é despertar a curiosidade, a investigação e a participação para o que vai ser ensinado e aprendido. Os conhecimentos prévios foram abrangentes sobre eventos naturais e as situações problemas com questões singulares e diretas, sendo que os dois estão ligados, pois através dos conhecimentos prévios podemos verificar o que poderia e de que modo devem ser realizadas as questões problemas de nível introdutório, além disto, serve como organizadores prévios e uma boa recepção para de fato o novo conhecimento.

As respostas dadas as questões foram conceituadas como: regular, bom e excelente de acordo com as tabelas abaixo, mas nos gráficos colocamos as repostas irrelevantes e conceituadas como sem informação. Os critérios dos conceitos foram estabelecidos através de rubricas que de acordo com a resposta fornecida pelo estudante poderia se encaixar em um dos três conceitos.

Logo abaixo apresentamos algumas respostas que possuíam um destaque pela a diferenciação aos demais alunos, seja por sua qualidade ou por sua ingenuidade ao defendê-la.

1) Em uma sala bem fechada e com a luz apagada não conseguimos ver as formas, cores e posição dos objetos? Por quê?		
Conceito		
Regular	Bom	Excelente
Reconhecer que a visão só vai ser possível quando estiver uma fonte de luz para iluminar os objetos.	Descrever que a visão do ser humano é sensível à fonte de luz. Que os fenômenos ópticos acontecem essencialmente pela presença da luz, uma boa visão e reflexo da luz sobre os objetos.	Explicar que para existir uma sensação de visão é necessário que se tenha uma fonte de luz. Argumentar que as formas e cores e posições dos objetos estão relacionados com a fonte e a intensidade da luz, a reflexão da luz e o material a qual a luz está incidindo.

Rubrica 1- 1º questão

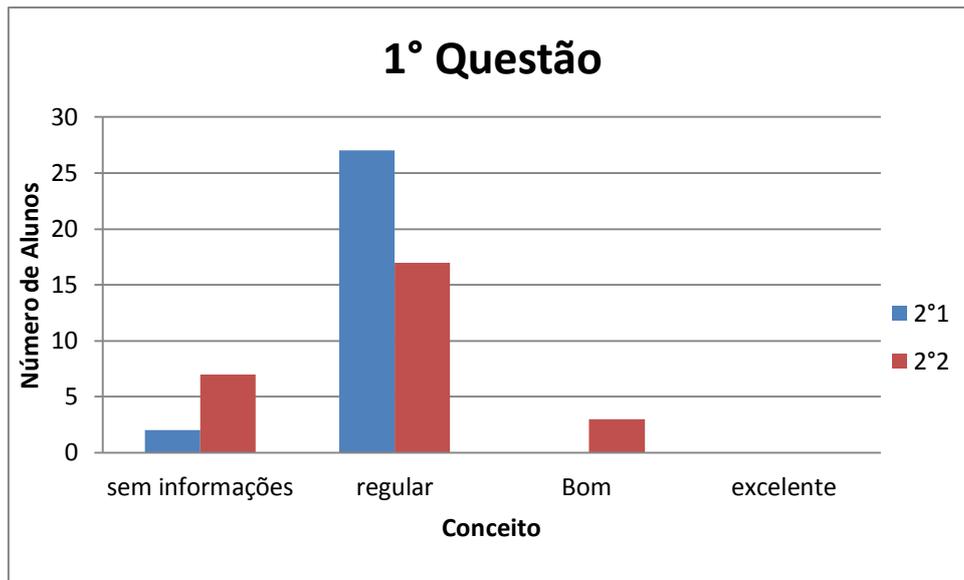


Gráfico 1-Conceito dado 1° Questão

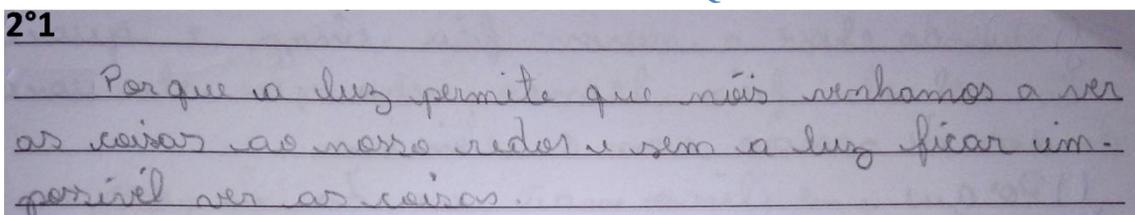


Figura 6-Resposta dada pelo aluno na 1° questão

Referentes à primeira questão muitos dos alunos admitem que seja necessário existir uma fonte de luz para conseguirmos enxergar as formas e cores dos objetos, poucos alunos obtiveram o conceito falta de informação, e este conceito foi dado por que não defenderam o que foi perguntado, poucos alunos deixaram em branco, ou porque achavam que a luz provinha dos olhos ou de todos os objetos.

2) Você acha que a fonte de luz interfere nos objetos que olhamos? De que forma?		
Conceito		
Regular	Bom	Excelente
Reconhecer que em alguns momentos nós percebemos algo de um jeito e depois de outro e relacionar com a fonte de luz emitida.	Descrever que em alguns momentos podemos ver imagens distorcidas, que a luz pode interferir nas cores verdadeiras dos objetos.	Explicar sobre a fonte luminosa da luz destacando sua posição, a cor da luz e a intensidade sobre o objeto que está sendo iluminado. Argumentar que a visão é também função do cérebro e que pode influenciar na forma que vemos.

Rubrica 2-2° Questão

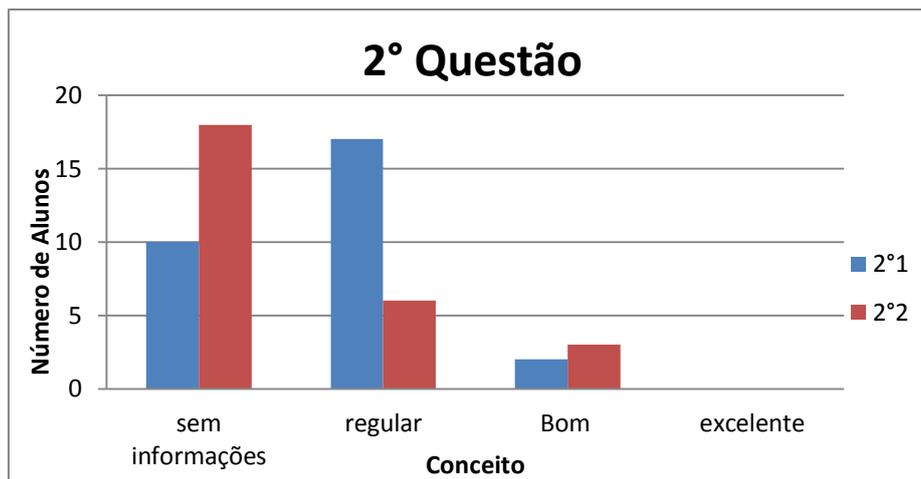


Gráfico 2- Conceito dado 2º Questão

2º1 Sim, ela pode interferir na cor do objeto. Porém, ela não interfere na forma e na posição do objeto, a não ser, que cause um efeito ilusório causando a ilusão que o objeto está se movendo ou se deslocando graças a luz.

Figura 7-Resposta dada pelo aluno na 2º questão

Nesta questão existiu um número expressivo de falta de informação e poucos reconheceram ou descreveram que há mudanças na forma que vemos os objetos dependendo da fonte da luz. A figura 7 é a resposta de um aluno do 2º1, sua resposta é classificada com o conceito “bom”.

3) Ao olhar para um espelho plano conseguimos ver a formação da nossa imagem com seus contornos e cores. Por que não conseguimos ter a mesma formação ao olharmos uma folha de papel branco?

Conceito		
Regular	Bom	Excelente
Reconhecer que o espelho é um refletor ideal de imagem e o papel não.	Descrever que o espelho é formado por uma película metálica refletora e vidro. Listar alguns objetos que refletem imagens	Argumentar que nem todos os materiais possuem a finalidade produzir imagem através da reflexão. Explicar que é característica dos corpos refletores terem a superfície polida, metálica e opaca.

Rubrica 3-3º Questão

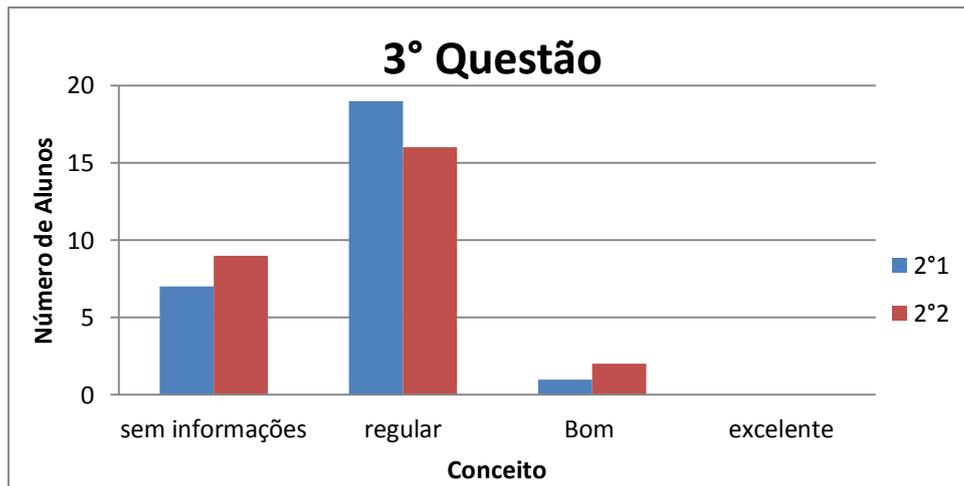


Gráfico 3-Conceito dado 3ª Questão

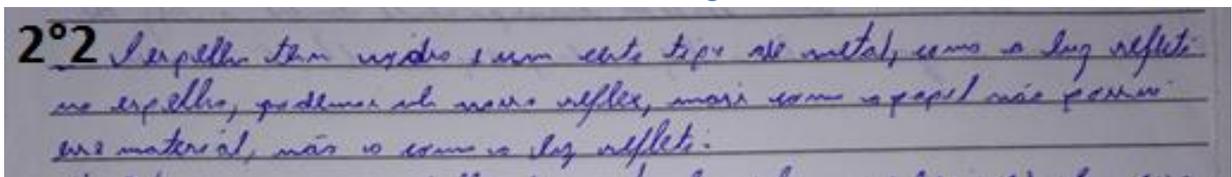


Figura 8-Resposta dada pelo aluno na 3ª questão

O gráfico 3 demonstra que mais da metade foram enquadrados no conceito “regular”, isso quer dizer que muitos reconheceram que o material que forma o espelho permite que ele forme imagem diferente de uma folha de papel, como folha de papel A4. A figura 8 retrata a resposta de um aluno que é conceituado como “bom”.

4) Compramos o papel alumínio em rolos, ao tirar da embalagem e começar desenrolar podemos nos ver nele, mas se você amassa uma porção dele não vai mais conseguir ver claramente sua imagem como antes. Explique o que acontece?		
Conceito		
Regular	Bom	Excelente
Reconhecer que a superfície engelhada ou deformada causa má formação da imagem.	Descrever que superfície do material está ligada a formação de imagens. As superfícies lisas e polidas são aquelas que formam imagens nítidas ou regulares e superfície com deformidades são aqueles que formam imagens embaçadas.	Explicar que as superfícies irregulares causam deformação na imagem e argumentar que os raios incidentes ao bater na superfície irregular refletem para todas as direções do meio, preservando os princípios da reflexão.

Rubrica 4-4ª Questão

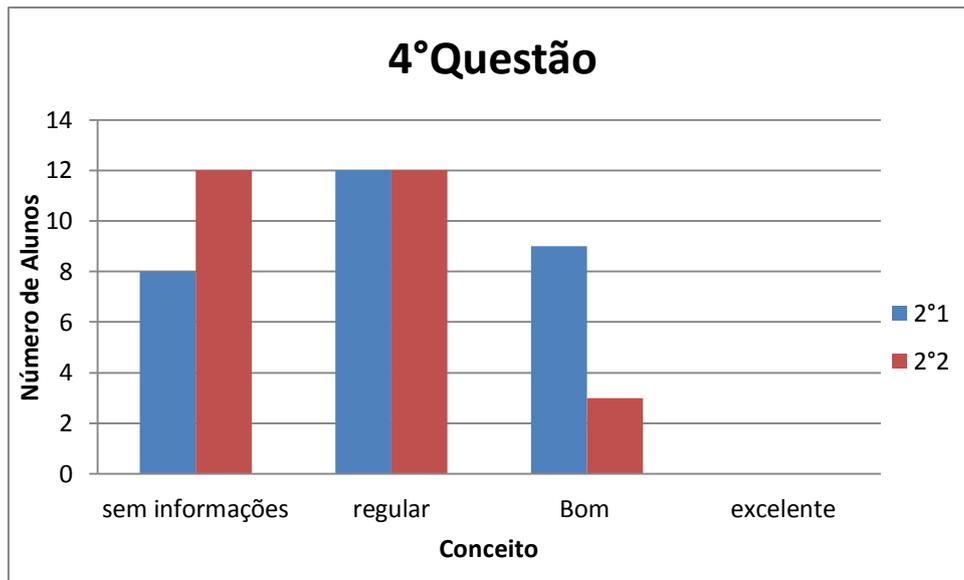


Gráfico 4-Conceito dado 4° Questão

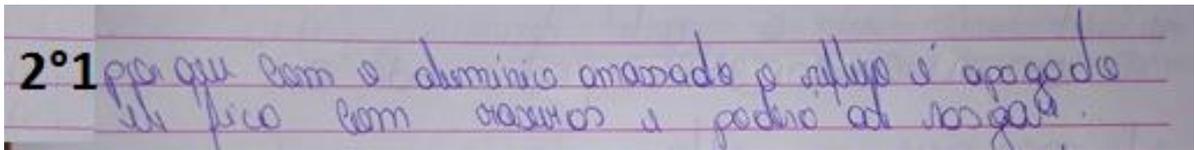


Figura 9-Resposta dada pelo aluno na 4° questão

Sobre a nitidez da formação da imagem que é vista pelo observador em duas situações distintas, a leitura do gráfico, segundo a rubrica, diz que eles conseguiram fazer a ligação da imagem com superfície do alumínio. Alguns, apesar das justificativas, conseguiram essa associação, como a resposta dada pelo aluno na figura 9, outros foram além e conseguiram escrever a respeito do material que é feito o espelho e como a superfície “lisa” forma imagens regulares.

5) A lua possuem quatro fases: Lua nova, Lua crescente, lua cheia e lua minguante. Na lua nova não conseguimos vê-la daqui da terra, por que isto acontece?		
Conceito		
Regular	Bom	Excelente
Reconhecer que na fase da Lua nova não é possível observá-la à noite.	Descrever que na fase da lua nova ela não é vista a noite, pois a parte não iluminada da lua está voltada para Terra.	Argumentar que a lua possui o processo de translação em torno da Terra e explicar que nesta fase o lado não iluminado da lua está voltado para o lado iluminado da Terra.

Rubrica 5-5° Questão

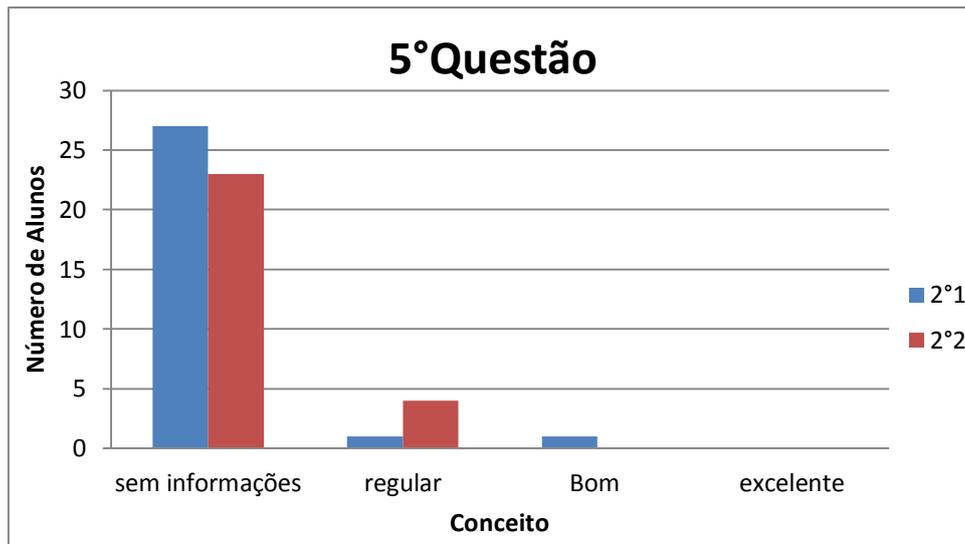


Gráfico 5- Conceito dado 5ª questão

2º1 por causa das informações que ficam sobre ela.

Figura 10- Resposta dada pelo aluno na 5ª questão

O Gráfico 5 já nos deixa claro que foi o pior resultado realizado nesta etapa do projeto, visto que poucas respostas são consideradas relevantes. As duas turmas não tinham informações expressivas sobre tal situação. Na figura 10, podemos perceber que a resposta fornecida pelo aluno tem até algum sentido, mas é incoerente com a real situação do evento.

6) Se um quarto estivesse uma lâmpada com luz vermelha, será que o observador vai conseguir visualizar, de fato, as formas, as cores e a posição dos objetos?		
Conceito		
Regular	Bom	Excelente
Reconhecer que os objetos mudam as cores.	Descrever que os corpos que possuem a cor vermelha sobre a luz do sol vão se apresentar vermelho e os outros escuros ou pretos.	Explicar que a visão só é possível quando houve uma fonte de luz, dependendo da intensidade e cor da emissão da luz pode ser alterada a cor dos objetos, mas não a forma ou tamanho. Comparar a cor do objeto sobre a fonte de luz branca e o mesmo posto sobre a fonte de luz vermelha.

Rubrica 6-6ª Questão

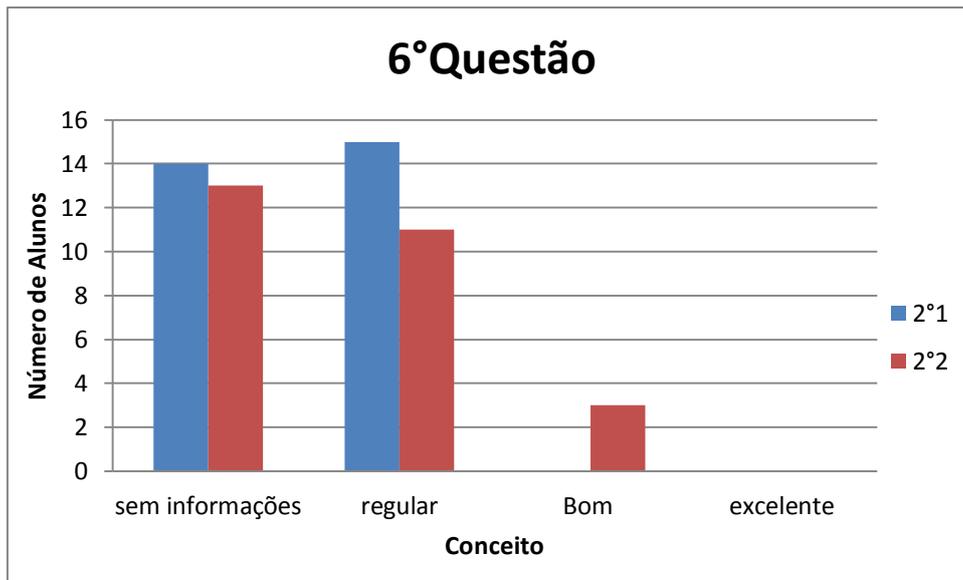


Gráfico 6-Conceito dado 6° Questão

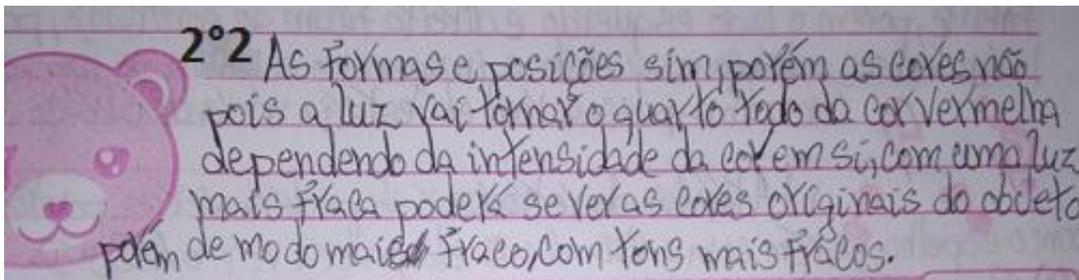


Figura 11-Resposta dada pela aluna na 6° questão

A figura 11 é apresentada a resposta de uma aluna do 2°2 com conceito “bom”, pois esta turma foi a única que teve este conceito de acordo com a rubrica e o que pode ser analisado nos gráficos. No gráfico 6 podemos perceber que foi dividido em conceito de sem informação e regular para as duas turmas.

7) Os objetos que olhamos ao nosso redor possuem diversas tonalidades e em dias de verão é recomendado utilizar roupas claras, preferencialmente brancas, e em dias de inverno roupas escuras. O que acontece com a luz ao incidir sobre uma blusa preta e porque ela é indicada a ser utilizada em dias de inverno?

Conceito		
Regular	Bom	Excelente
Identificar que as roupas escuras absorvem mais energia térmica e reflete pouca radiação.	Classificar que a forma de absorção de calor depende da cor da roupa. Roupas claras em dias de calor, pois reflete, e roupas escuras no dia de frio, pois absorve o calor.	Explicar que a luz do sol é formada por ondas eletromagnética que irradiam energia térmica que ao incidir sobre as roupas de tecidos escuros são absorvidas e não refletidas e como consequência a agitação da matéria produzido calor.

Rubrica 7-7º Questão

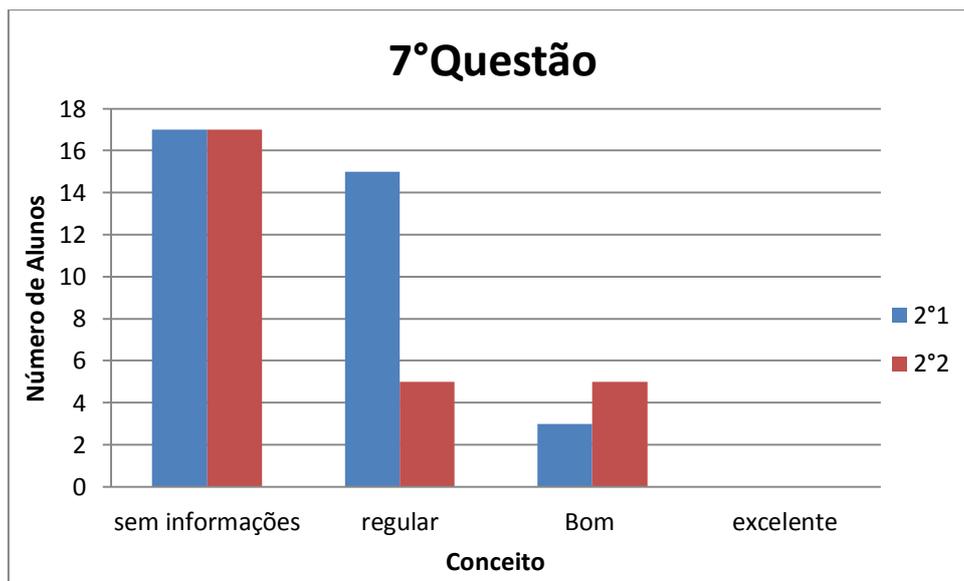


Gráfico 7-Conceito dado 7º Questão

2º2 Ela é absorvida pela camisa, por não refletir a luz, logo, ganha energia em forma de calor, por isto usamos no inverno. credeal

Figura 12-Resposta dada pelo aluno na 7º questão

No gráfico 7, ficou claro que a predominância do conceito é “sem informação” relevante e poucos alunos apresentaram respostas com algo considerável. Na figura 12, a resposta dada é conceituada como “bom”. Podemos perceber que uma turma se sobressaiu em detrimento à outra.

8) Se colocarmos água em um copo de vidro transparente e liso e depois colocarmos um lápis, de acordo com a figura. Vemos a imagem deste lápis como se estivesse quebrada. Responda por que isto acontece.		
Conceito		
Regular	Bom	Excelente
Reconhecer que há um desvio da passagem do copo com água para o ar.	Descrever que o fenômeno ao passar de um meio transparente para outro sofre um processo de refração.	Explicar que imagem ao passar pela água e posteriormente pelo copo sofre dois desvios fazendo com que a imagem observada se pareça quebrada, estando ligadas as leis da refração da luz.

Rubrica 8-8ª Questão

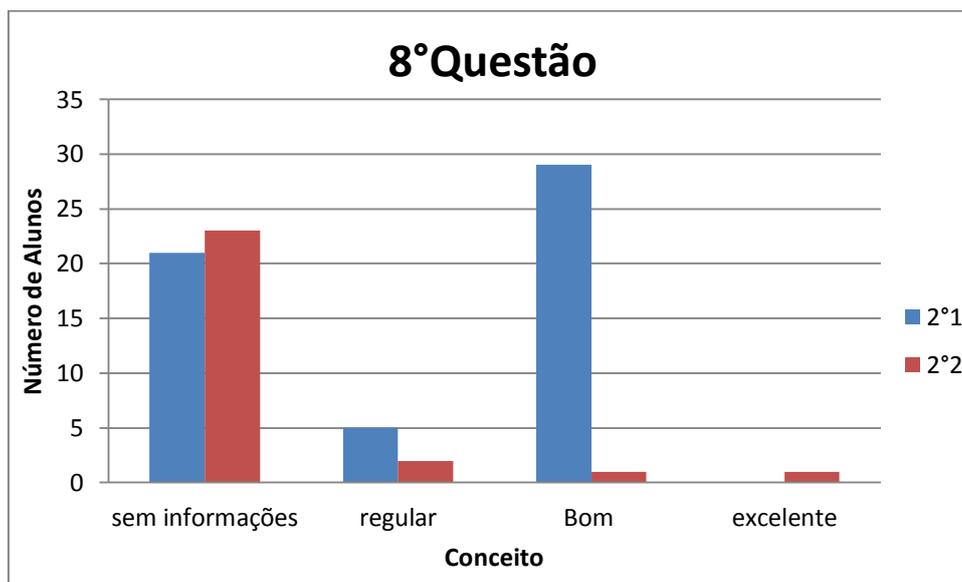


Gráfico 8-Conceito dado 8ª Questão

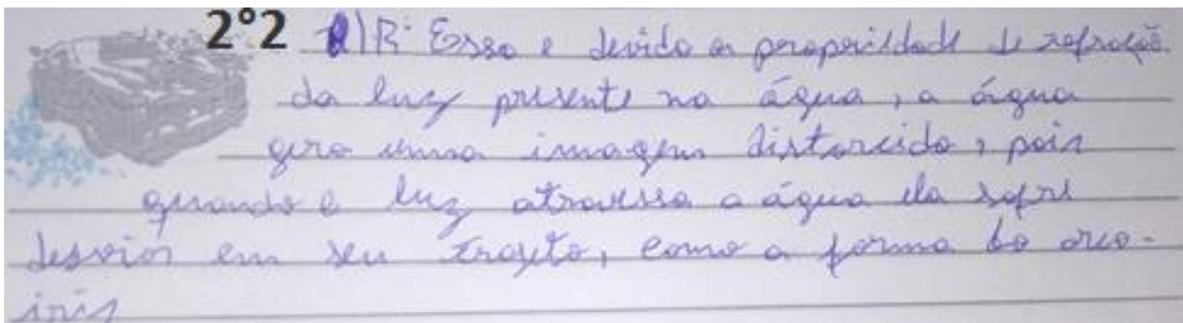


Figura 13-Resposta dada pelo aluno na 8ª questão

A figura 13 é apresentada a resposta de um aluno da turma do 2º2 sobre o fenômeno de refração de um lápis colocado em água, o conceito dado a ele é excelente, pois descreveu de fato o fenômeno que acontece sem uma aula considerável profunda. Este fenômeno é mais difícil de ser abordado, pois ficou claro nos conhecimentos prévios que os alunos têm ideia sobre o fenômeno de reflexão, mas sobre refração não. A palavra “refração” não é utilizada no dia a dia e alguns acreditam que refração e reflexão é o mesmo fenômeno.

No gráfico 8, os alunos do 2º1 em sua maioria alcançaram o conceito “bom”, pois apesar de não conhecer o nome dado ao fenômeno conseguiram descrever o que de fato acontece com o lápis, utilizando palavras como desvio, mudança de direção, redução de velocidade e outros para construção de sua ideia.

5.3 Situação Problema de Nível Intermediário e Mapa Conceitual

As questões deste estágio exigem que os alunos avaliados possuam conhecimentos básicos dos fenômenos ópticos. São situações problemas relacionadas com o entendimento dos fenômenos de cores e visão por meio do estudo da óptica. Novamente participaram em torno de 30 alunos. Foi necessário um tempo de aula para aplicação do questionário contendo 5 questões explicadas pelo professor.

Nesta etapa utilizamos como nota para o quarto bimestre, sendo que as notas foram distribuídas com mínimo 1 ponto, nota de participação, e máxima 10 pontos. Veja Tabela 10.

Conceito	Sem Informação	Regular	Bom	Excelente
Nota	1,0	1,0 a 4,0	4,0 a 7,0	7,0 a 10,0

Tabela 10-Nota de acordo com o conceito

Como foi uma apresentação realizada pelo professor no decorrer de alguns tempos de aula, então era esperado que o conceito “sem informações” fosse uma percentagem menor.

1) Que cor têm as sombras? Por que modificam a cor das superfícies sobre as quais se projetam?		
Conceito		
Regular	Bom	Excelente
Reconhecer que para haver sombra é necessária uma fonte de luz e objeto que sirva como obstáculo.	Descrever que a sombra é formada por um anteparo que a luz não ultrapassa, respeitando o princípio da propagação retilínea da luz.	Explicar que a sombra é causada por ausência de luz ao passar por um objeto opaco como consequência da propagação em linha reta. Associar a formação de sombra com a extensão da fonte e o escurecimento da área em que a luz não é projetada

Rubrica 9- 1º Questão Nível Intermediário

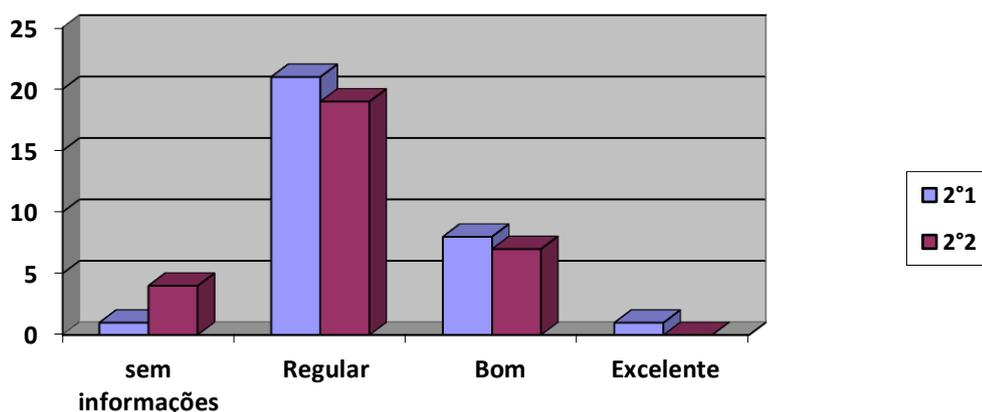


Gráfico 9-1º Questão: Número de alunos por conceito

2º2

Não possuem uma cor específica. , Notamos porque ela tem uma "cor" escura. São cor pontual da luz ausência de luz.

Figura 14-Resposta dada pelo aluno a 1 º questão

Na figura 14, o aluno expressou em sua resposta que a sombra é ausência de luz produzida por uma fonte pontual de luz afirmando que não existe cor. A resposta dada apesar de não expor o princípio da propagação retilínea da luz e que é necessário ter um obstáculo para tal situação ocorrer, percebermos que foi próximo de uma resposta que se enquadra como “excelente”, pois parte do princípio que, sem ao menos perceber , estas considerações foram feitas para chegar à conclusão de sua resposta.

Os alunos de modo geral conseguiram expressar alguma informação sobre o que foi perguntado. Podemos verificar no gráfico 9 que os alunos possuem subsunções para um nível avançado do conhecimento.

2) Será a cor uma característica do objetivo? Da fonte luminosa? De ambos? Haverá cor sem um sujeito que a perceba?		
Conceito		
Regular	Bom	Excelente
Reconhecer que a cor depende do objeto e da fonte de luz.	Descrever que a cor do corpo depende da cor da fonte de luz que é incidida sobre o objeto.	Explicar que a cor do corpo depende do fenômeno (reflexão, refração e absorção) que está acontecendo e da cor da fonte de luz e sua intensidade.

Rubrica 10- 2º questão Nível Intermediário

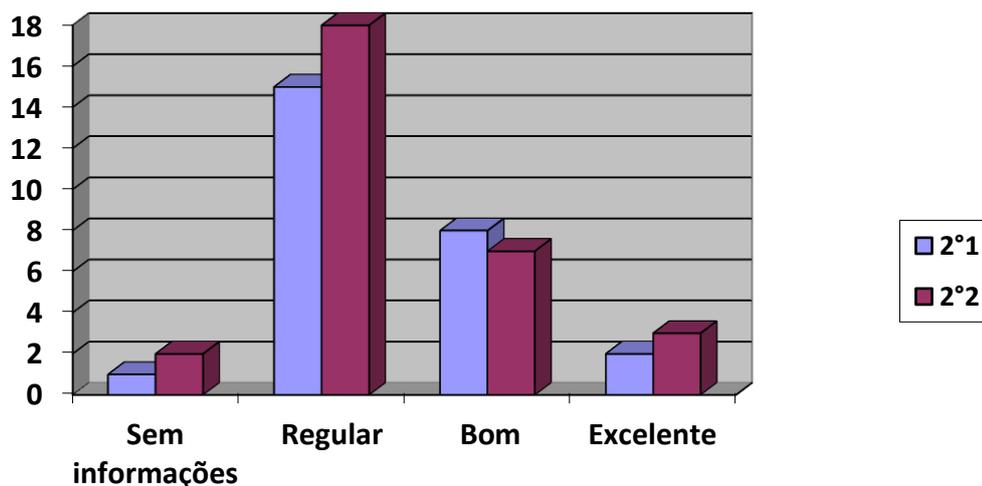


Gráfico 10-2ª Questão: Número de alunos por conceito

2º2 A cor depende da fonte de. De acordo com a hipótese de Newton, as cores dos corpos/objetos é dada conforme a cor da luz que mais reflete, fazendo com que enxerguemos um corpo ou objeto vermelho, por exemplo. Então quando vemos algo ou alguém iluminado pela luz branca a cor enxergamos com uma certa cor, significa que o mesmo reflete mais esta cor do que as outras que compõem a luz branca.

Figura 15-Resposta dada pela aluna a 2ª questão

Novamente no gráfico 10 demonstraram que possuem subsunçores para que haja um progresso no conhecimento. A figura 15 a aluna da turma do 2º2 obteve em sua avaliação um conceito “excelente”, dentro do critério da exposição do seu argumento faltou explicar sobre o que o observador irá perceber, mas as outras particularidades foram expostas muito bem por ela.

3) Um estudante de física e o outro de Artes plásticas travaram uma discussão sobre quais seriam as cores primárias. Ambos concordavam sobre as cores azul e vermelha, mas discordavam sobre a terceira. O físico afirmava ser verde, e o artista, amarela. Explique por que os dois estão certos de seus respectivos pontos de vista!

Conceito		
Regular	Bom	Excelente
Reconhecer que os dois estão certos.	Descrever que a fonte primária da luz é diferente das cores pigmentadas e como consequência os dois estão certos.	Caracterizar e comparar as cores primárias da luz e as cores primárias pigmentadas, dando exemplos das diferenças entre elas enquanto as cores secundárias e a somatória entre elas.

Rubrica 11- 3ª Questão Nível Intermediário

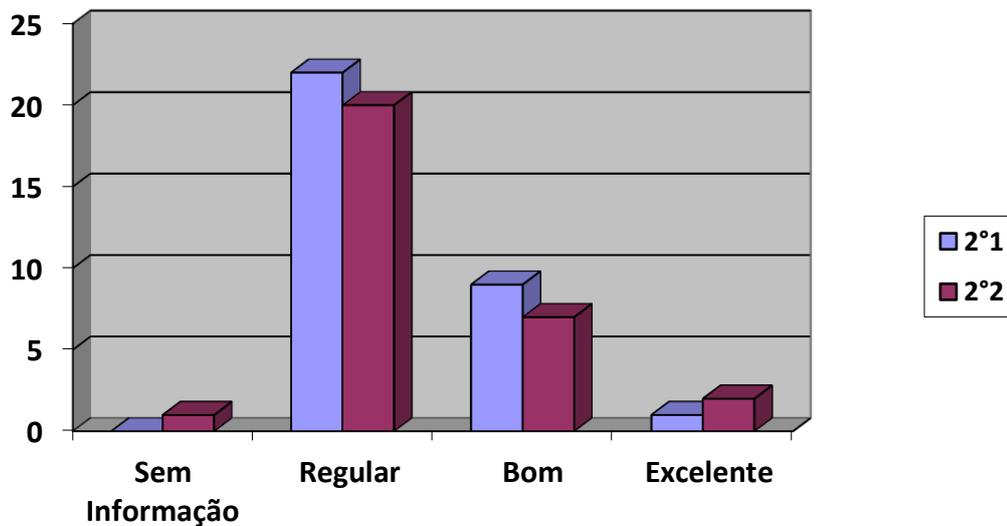


Gráfico 11-3ª Questão: Número de alunos por conceito

2º1 Os dois estão certos por que as cores primárias da luz não diferem das cores primárias pigmentadas.

Figura 16-Resposta dada pelo aluno a 3ª questão

A terceira questão apresenta pontos de vistas distintos, mas que a princípio causava uma convicção da verdade pelos alunos, pois antes possuíam uma ideia que a cor primária tanto servia para tintas, ditas pigmentadas, quanto para as cores da luz, dando a ilusão que somando a tinta de uma cor x com outra da cor y seria o mesmo resultado que somasse uma fonte de luz da cor x com outra fonte de luz da cor y.

Podemos perceber no gráfico 11 que muitos deles confirmaram que os dois estão certos nos seus respectivos pontos de vistas e que as cores primárias da luz são diferentes das cores primárias, por pigmentação. Outros conseguiram expor as cores secundárias da luz para diferenciar da somatória por pigmentação. A figura 16 é um exemplo dado por um aluno da turma 1 que obteve um conceito “bom”, mas sua nota neste conceito de acordo com a tabela 10 foi razoável, pois não houve uma grande exploração de seu argumento.

<p>4) Você ao vestir uma camisa que na presença da luz do sol se apresenta branca, escrito a palavra “Física” com as letras de cor vermelha. Se ao entrar em uma sala que está iluminada com luz vermelha, o que dois estudantes que lá estão conseguirão ler em sua camisa? Justifique.</p>		
<p>Conceito</p>		
<p>Regular</p>	<p>Bom</p>	<p>Excelente</p>
<p>Reconhecer que toda a blusa irá ficar vermelha.</p>	<p>Descrever que a blusa branca sobre a luz vermelha vai ficar vermelha e palavra Física vai ficar vermelha, dependendo da intensidade a luz a blusa toda se apresenta de cor vermelha para os estudantes.</p>	<p>Explicar que a cor do corpo reflete a mesma cor da fonte de luz quando o objeto for branco ou possui a mesma cor da fonte que a ilumina. Argumentar que é escuro quando a fonte de luz monocromática for diferente da cor do corpo quando se é visto na luz branca.</p>

Rubrica 12 -4ª Questão Nível Intermediário

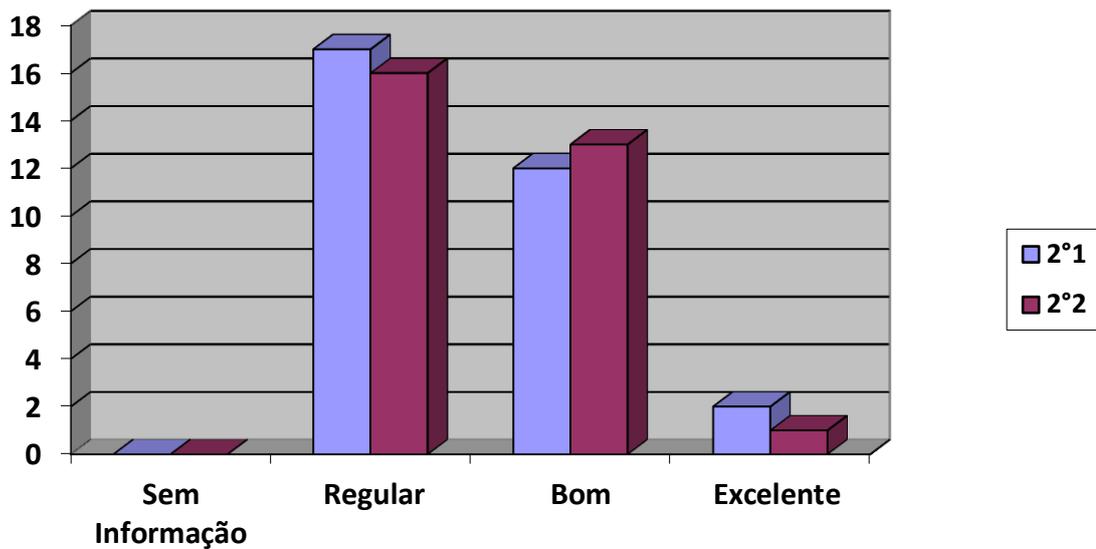


Gráfico 12-4º Questão: Número de alunos por conceito

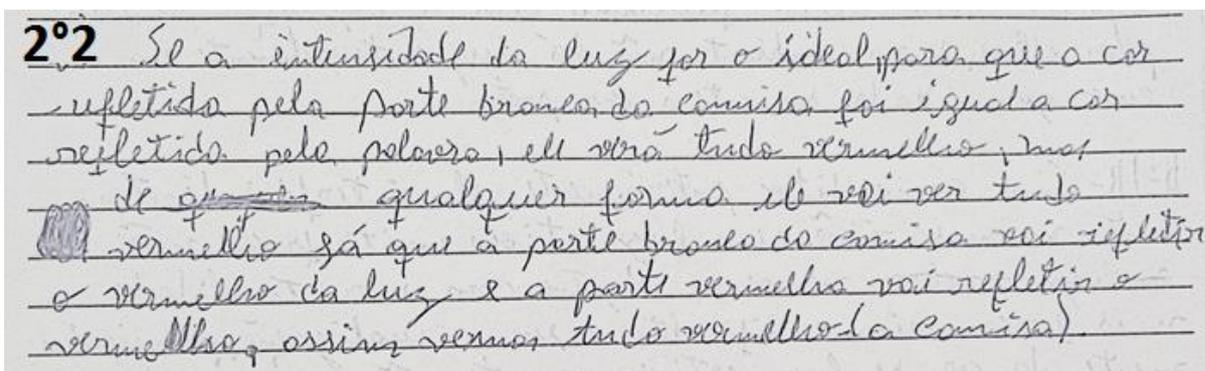


Figura 17-Resposta dada pelo aluno a 4º questão

Esse modelo de questão os alunos trabalharam a apresentação experimental, então é necessário que este conhecimento esteja desenvolvido e consolidado. A leitura do gráfico 12 nos diz que ainda existe um número grande de alunos que não amadureceram a ideia, no conceito regular, e a outra metade conseguiu se fundamentar melhor, consequência da aprendizagem desenvolvida. A resposta a essa pergunta do aluno da turma do 2º2 foi conceituada como excelente, mas não com a nota máxima neste conceito, já que não houve uma generalização de sua resposta aos demais casos semelhantes.

2º1 Na cor azul não vemos a frase azul, apenas o amarelo e o verde.
Na cor vermelha vemos as três frases con-
sequências
Na cor com amarela não conseguimos ver a
frase amarela, apenas a verde e a azul.

Figura 18-Resposta dada por um aluno a 5ª questão

A análise feita sobre o gráfico 13 apresenta o melhor resultado obtido nas duas turmas nessa fase da UEPS. Poucos alunos demonstraram nenhuma informação sobre o conhecimento em questão e uma grande parte conseguiu exprimir algum tipo de informação sendo distribuído nos conceitos regular e bom. A figura 18 retratar uma resposta a essa pergunta, na qual recebeu o conceito “bom”.

Mapa conceitual do 2º 1

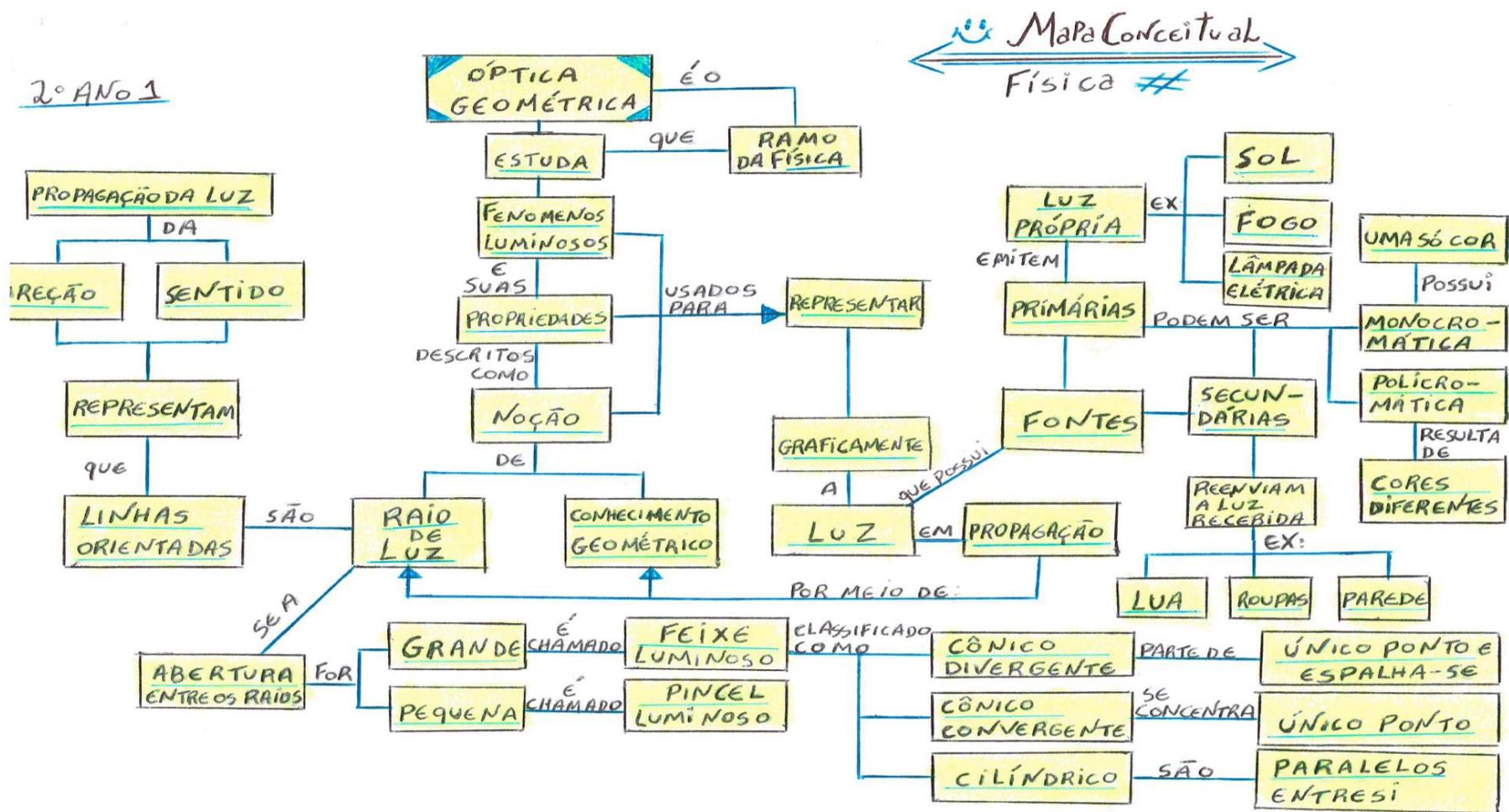


Figura 19-Grupo 1

2009

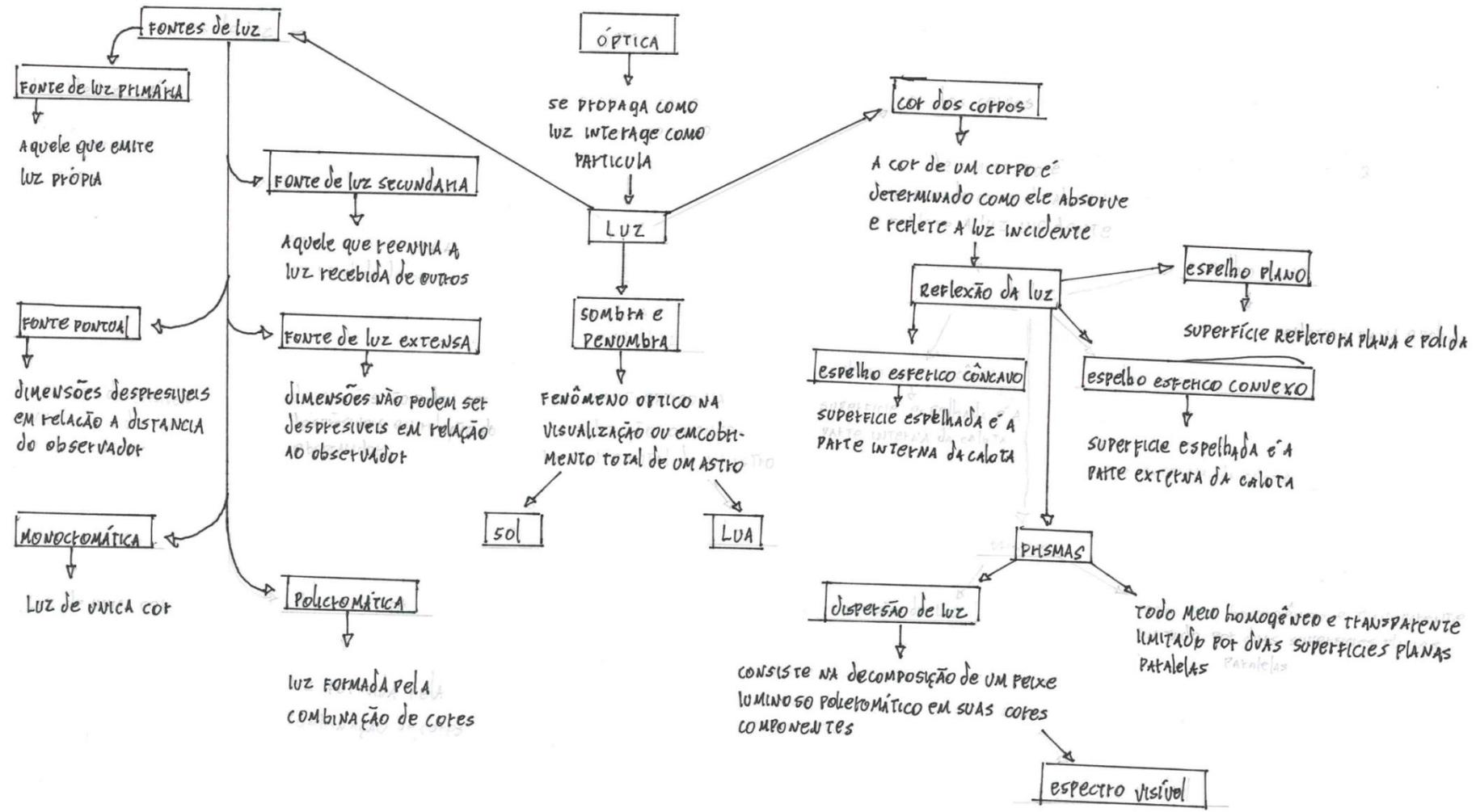
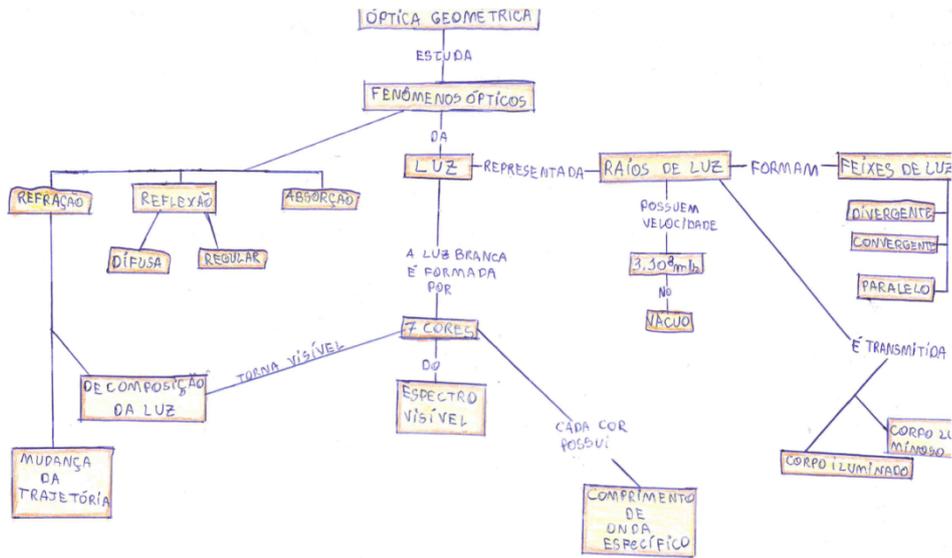


Figura22-Grupo 4

Mapa conceitual do 2º 2



2º ano 02 Turpartimo

Figura 25-Grupo 1

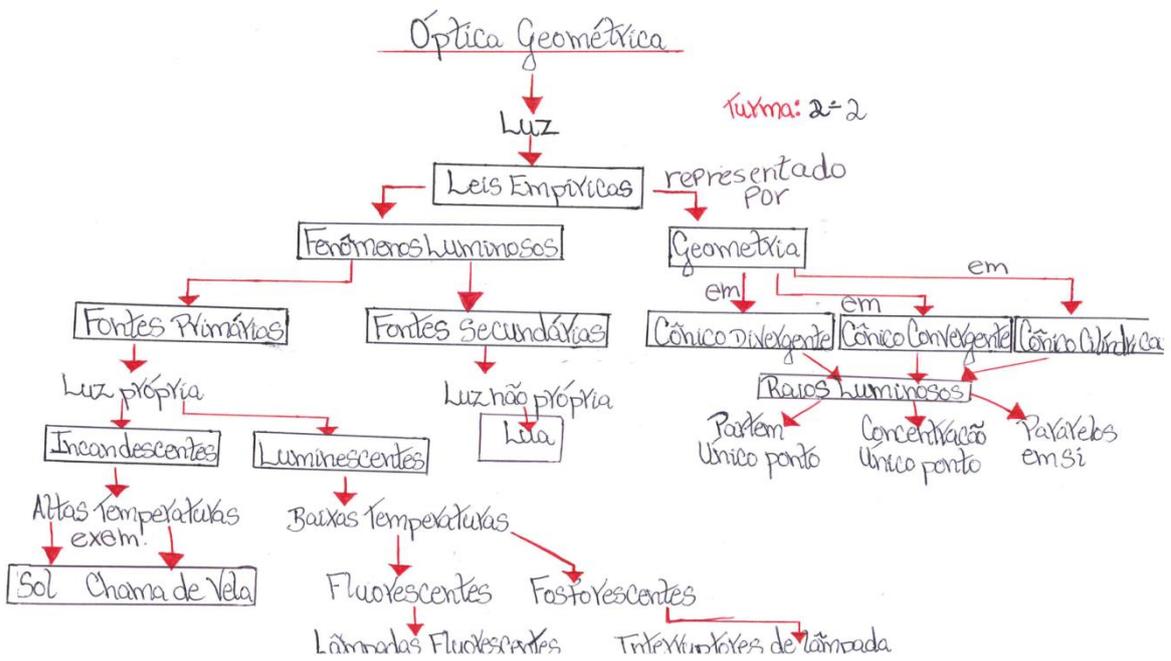
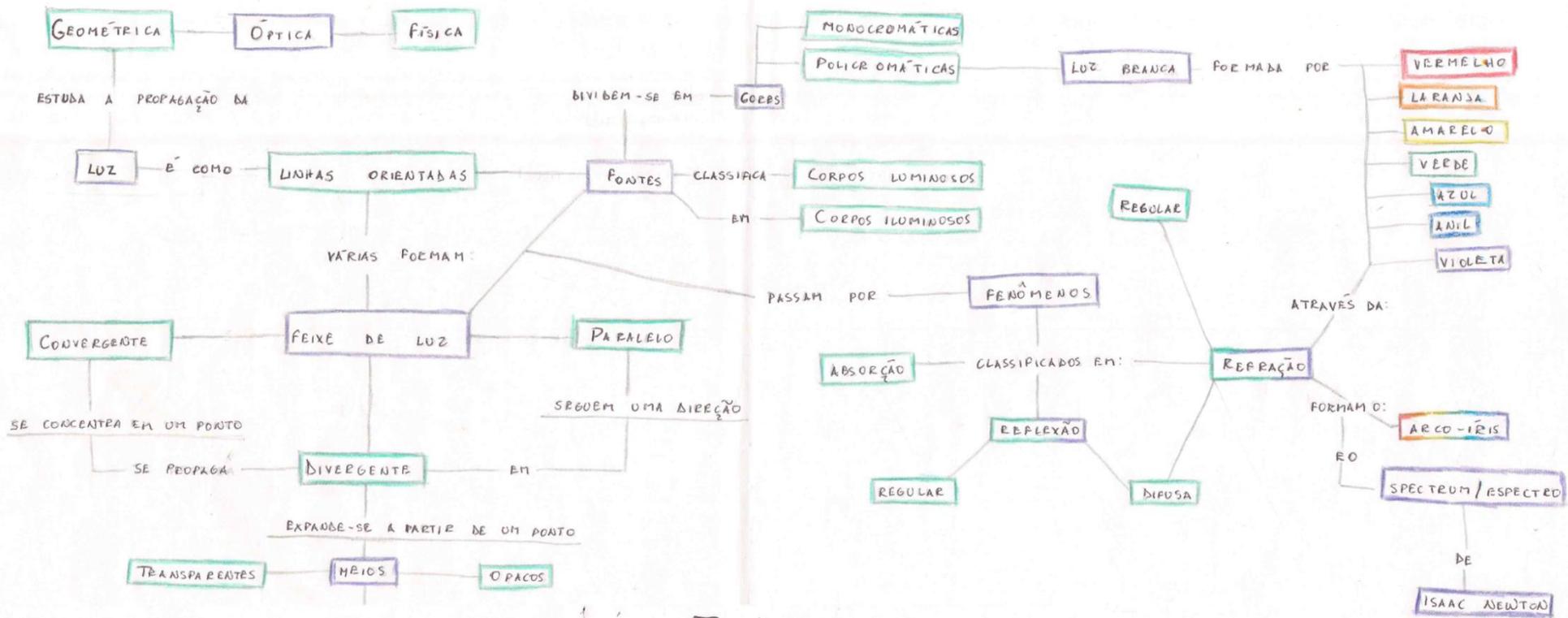


Figura 26-Grupo 2



MAPA CONCEITUAL

SOBRE: ÓPTICA
2º ANO
02

Figura 27-Grupo 3

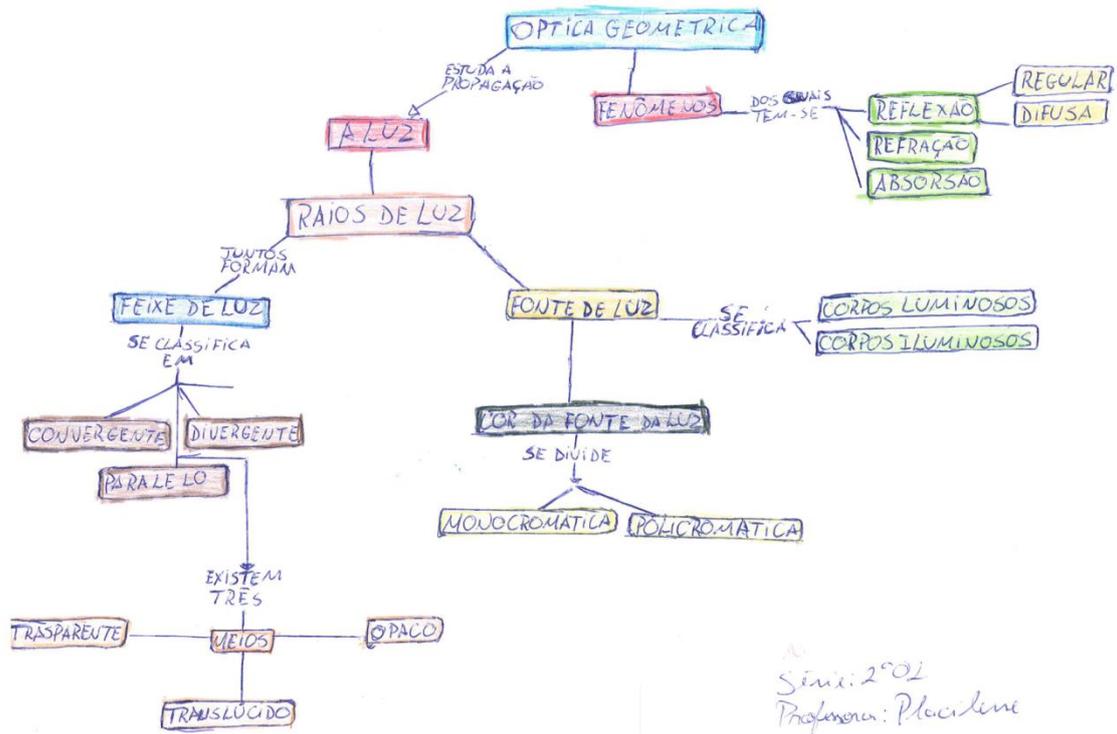


Figura 28-Grupo 4

2º ano O2

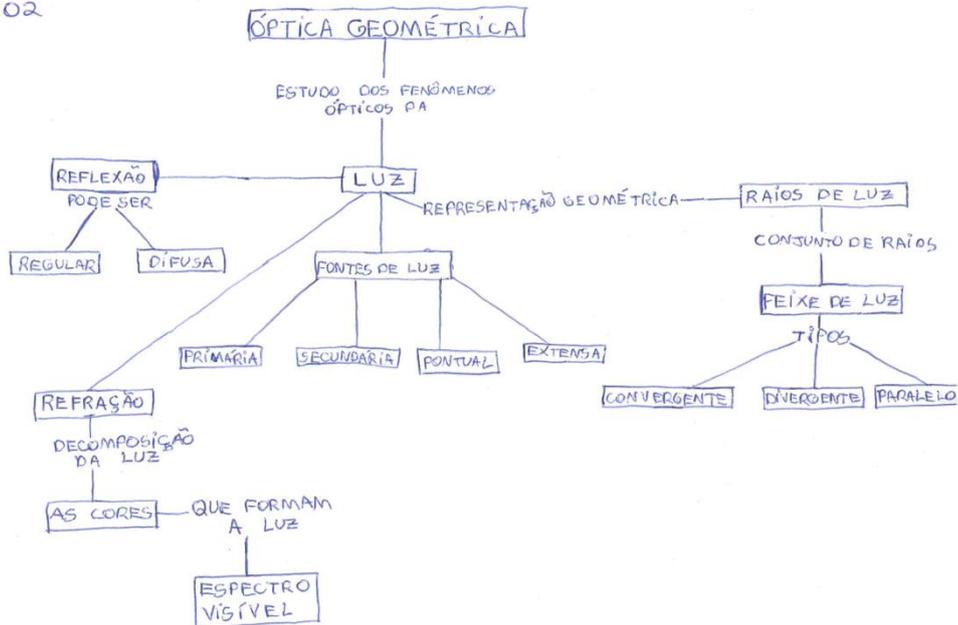


Figura 29-Grupo 5

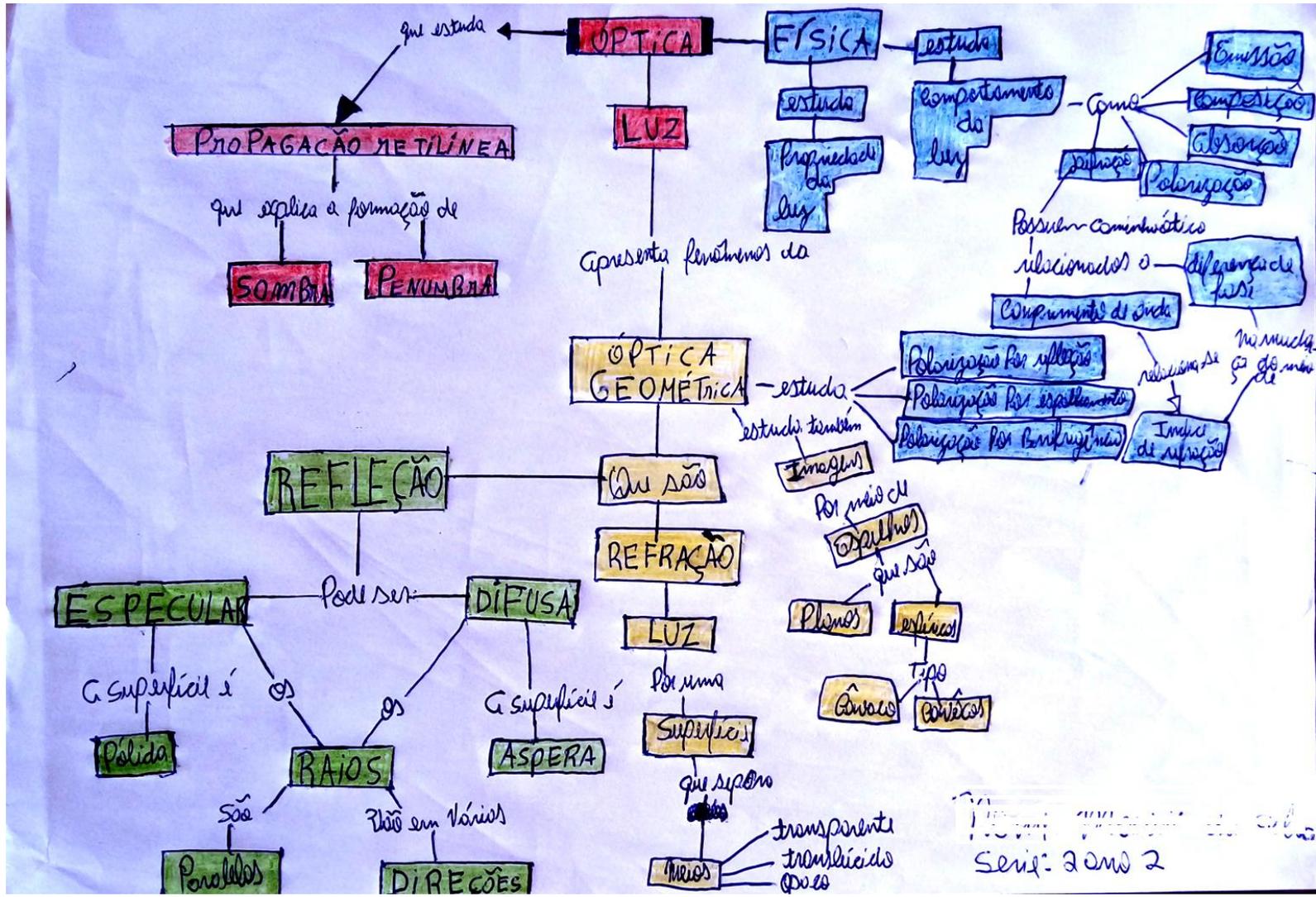


Figura 30-Grupo 6

5.4 Apresentação Experimental e Proposta do fenômeno Contextualizado

APRESENTAÇÕES EXPERIMENTAIS	
Experiência:	Disco de Newton
Objetivo:	Mostrar que a luz branca é policromática e formada pelas cores vermelha, laranja, amarelo verde, azul, anil e violeta.



Figura 31-Disco de Newton do 2º1



Figura 32-Disco de Newton do 2º2

Experiência:	Caixa de Cores primárias
Objetivo	Demonstrar que as cores primárias da luz formam a luz branca e as demais cores da luz que podemos ver na natureza.



Figura 33-Caixa de cores do 2º1



Figura 34- caixa de cores do 2º 2

Experiência:	Cores secundárias
Objetivo:	Abordar que ao somar duas cores secundárias irá chegar uma cor primária ou somando todas as cores secundária da luz chegará ao preto.

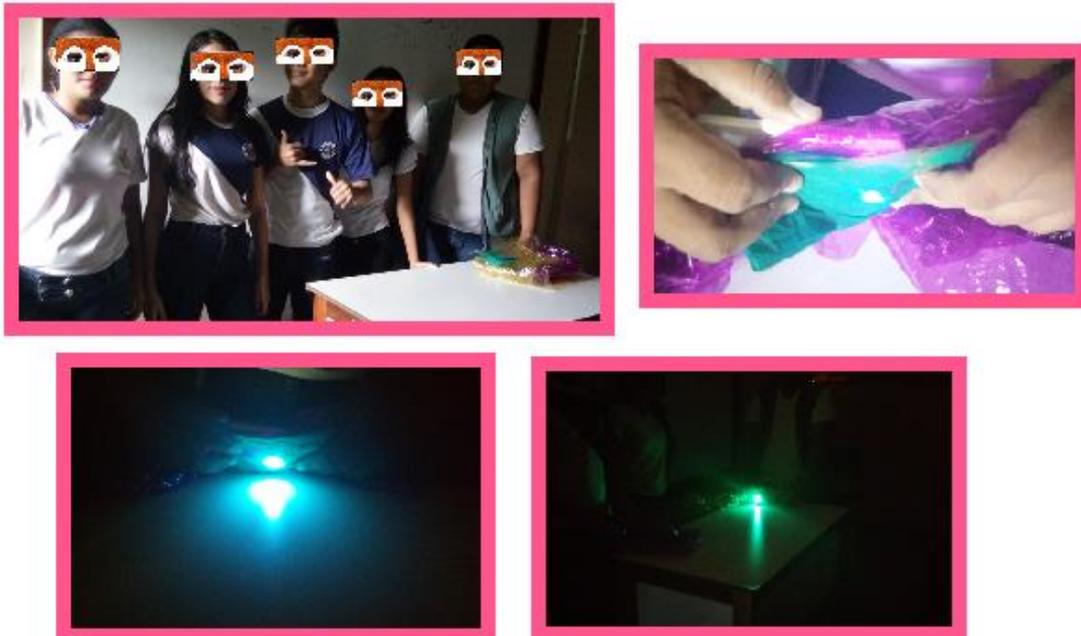


Figura 35- Cores secundarias do 2º1



Figura 36-Cores secundarias do 2º2

Experiência:	Qual é a cor do corpo?
Objetivo:	Demonstrar que a cor do corpo depende da fonte de luz que é iluminada



Figura 37- A cor do corpo do 2º1

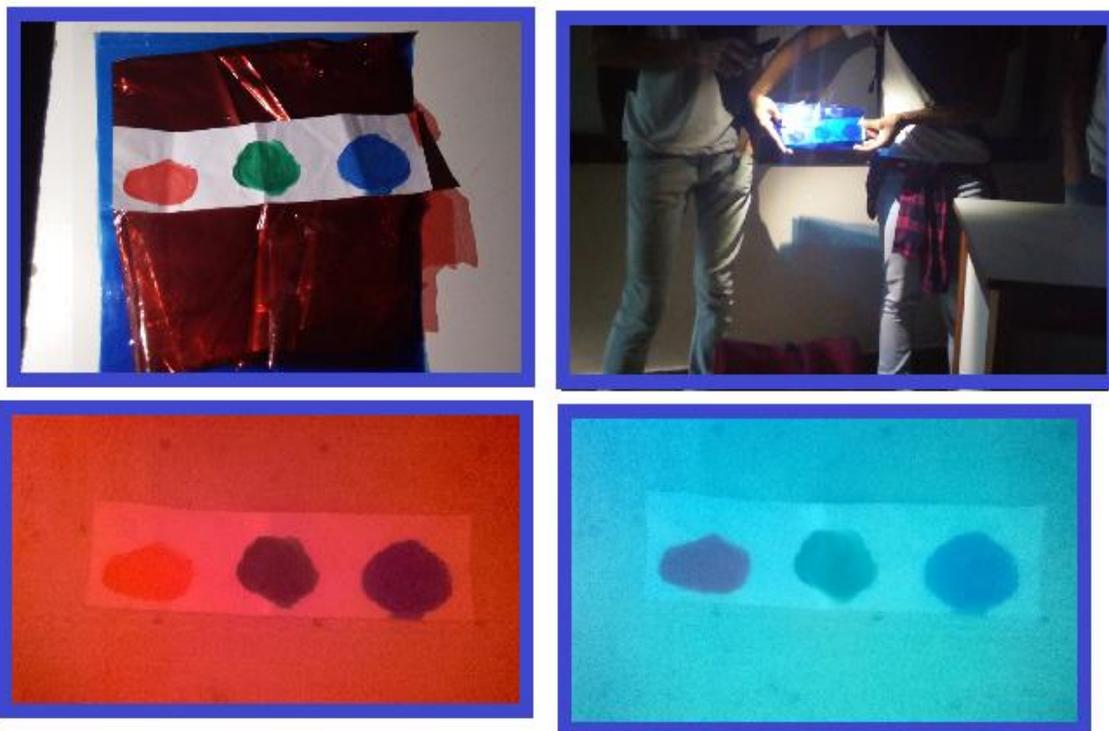


Figura 38- A cor do corpo do 2º2

Experiência:	Arco-íris caseiro
Objetivo:	Demonstrar que a luz sofre o fenômeno de difração

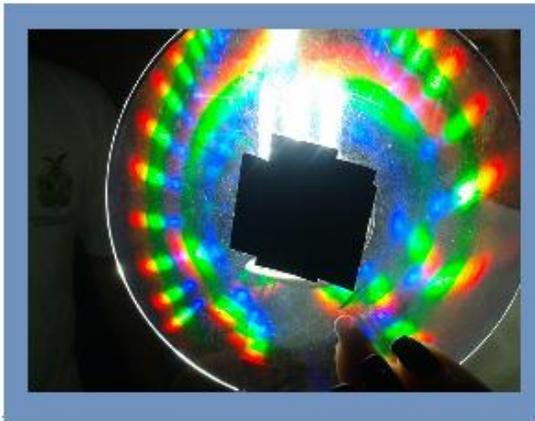


Figura 39-Arco íris caseiro do 2º1

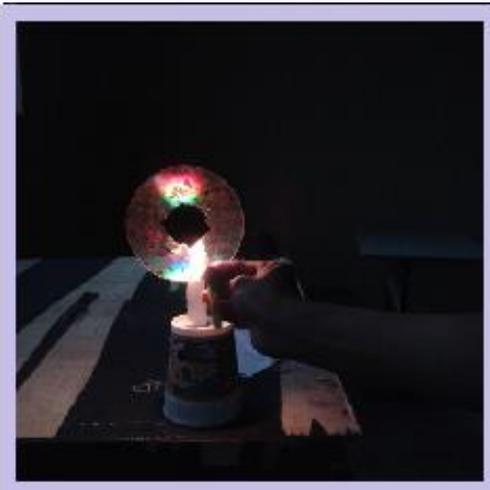
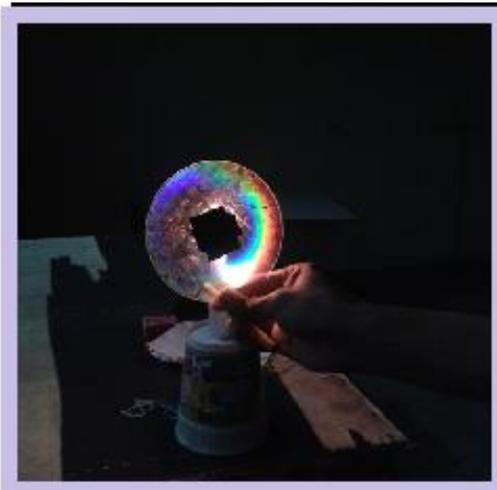


Figura 40-Arco iris Caseiro do 2º2

Experiência:	Por que o céu é azul?
Objetivo:	Mostrar que o azul se dispersa mais que outras tonalidades da luz visível. Compreender a composição dos gases que forma nossa camada sua importância para este fenômeno.

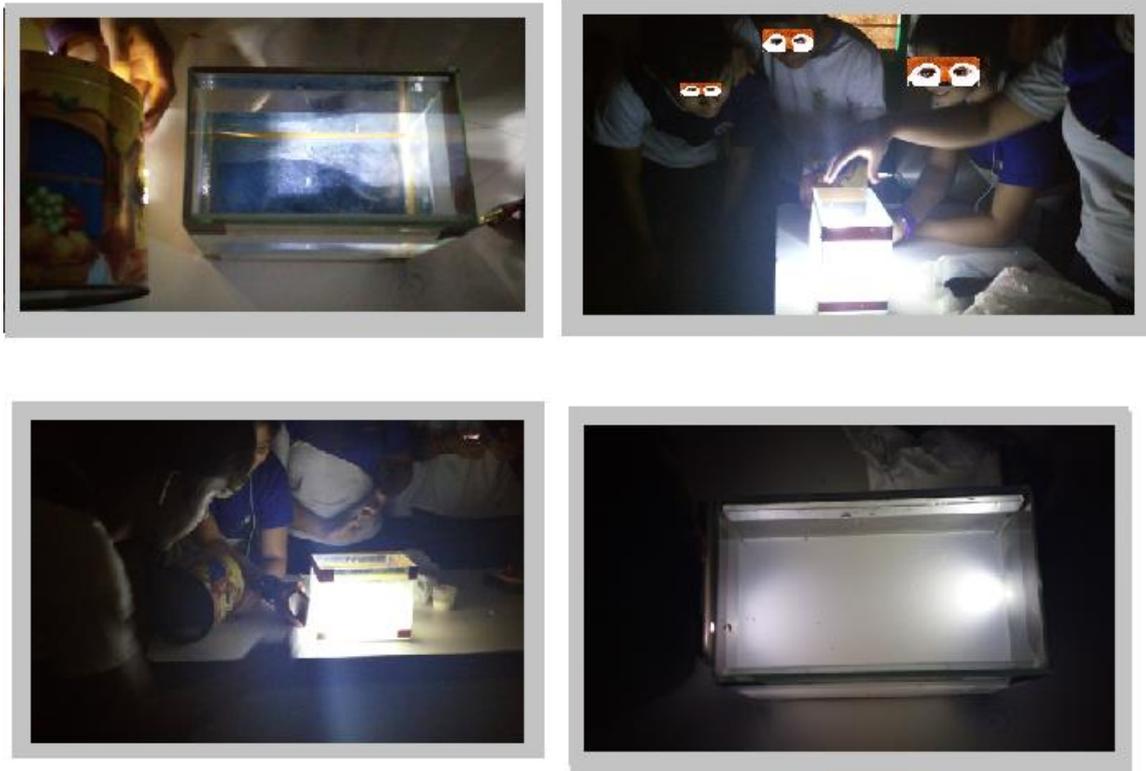


Figura 41- O céu Azul do 2º1

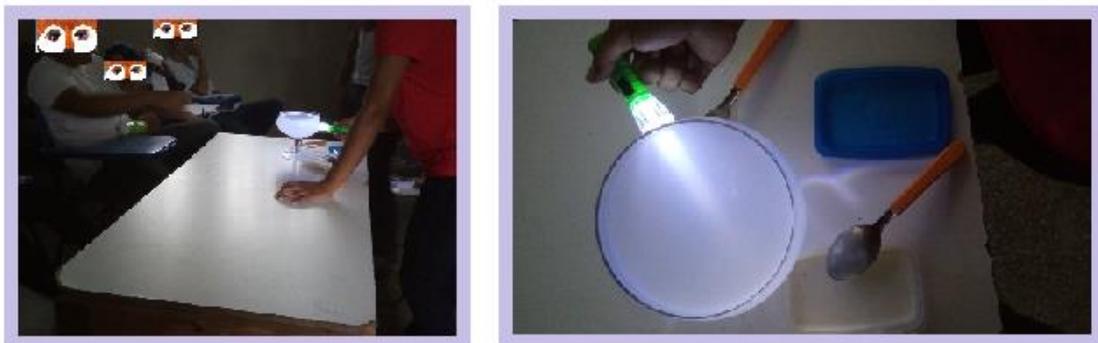


Figura 42-O Céu Azul do 2º2

Capítulo 6- Considerações Finais

Este projeto foi fundamentado na teoria significativa de Ausubel que proporcionou uma UEPS, desenvolvido por Marcos Antônio Moreira. Esta unidade ensina os passos que devem ser seguidos para que se tenha uma aprendizagem significativa, independente do ramo de estudos trabalhado. Respeitando o que é o alicerce da aprendizagem significativa, que são os conhecimentos prévios, diferenciação progressista e reconciliação integradora.

O tema “Cores” pode ser esclarecido por outros tipos de conhecimentos, não é um conhecimento limitado ou restrito a física, podendo ser trabalhado na disciplina de artes, biologia, química, designer entre outros. O trabalho proposto abordou as cores como um conjunto: visão, fonte de luz e sua natureza e os fenômenos ópticos, entrando superficialmente, quando necessário, em outros ramos do conhecimento para o melhor entendimento.

O desenvolvimento da UEPS para o estudo de cores foi pensado e aplicado com os alunos dos segundos anos do ensino médio, com o propósito de utilizar os conhecimentos de Óptica. Assim iniciamos a implementação do projeto com uma pequena averiguação dos conhecimentos que já possuíam, sendo de extrema necessidade direcionar o trabalho e o que abordar. Houve algumas situações em que os alunos não estavam adaptados, como fazer leituras e interpretações, e a princípio parecia que não se encaixariam ou se acostuariam a trabalhar com conceitos ou a qualidade do que se está lendo.

No decorrer das aulas houve um grande entusiasmo nas turmas, das quais eram perceptíveis alguns conhecimentos que não eram visto de modo tradicional, como alunos que se destacaram em respostas nas situações problemas por meio de sua abstração teórica do conteúdo ou imaginação, alunos que gostam de trabalhar com rimas de músicas que se sobressaíam em um texto problema que foi feito e exposto à turma e aqueles alunos que possuíam o conhecimento procedimental que conseguiram construir experiências ou aprimorá-las por meio de sua investigação.

Através das atividades realizadas alunos que não tinham um bom rendimento em atividades tradicionais demonstraram de outras formas como poderia entender melhor um conteúdo. Muito do que foi feito, o resultado obtido por meio desta estrutura no degrau de conhecimento foram realizados pelos próprios alunos, onde houve da minha parte o planejamento, a execução, direcionamento e mediação para o melhor resultado.

As consequências desta aplicação foi um avanço nos níveis de conhecimento. Inicialmente os alunos tinham pouco conhecimento sobre os eventos naturais, neste sentido foi necessário construir um conhecimento que não existia e se existisse não estava enraizado, com isso pautamos o conhecimento prévio para que eles pudessem ser trabalhados. As rubricas foram necessárias para que mostrassem o parâmetro de conhecimento que os alunos possuíam no decorrer da Proposta da Unidade e a Taxonomia SOLO (Bigg) foi necessária para saber o nível de conhecimento adquirido pelos alunos.

No transcorrer da aplicação houve um aprofundamento, os alunos demonstraram sua evolução. Suas interações e discursões feitas em sala de aula em busca de uma resposta para um problema de origem básica que geravam muitas dúvidas. Organização de uma sequência de atividades planejadas pelo professor e realizadas pelos alunos nos propiciou uma experiência de uma relação mais próxima e uma liberdade de expressão maior.

A Conclusão da unidade foi a entrega de um texto problema proposto e relacionado com a experiência do grupo e com a apresentação experimental, a finalização do projeto apesar das dificuldades em confeccionar, fazer a experiência dá certo e estudar foi à parte criativa dos alunos. Enquanto alguns grupos estavam sendo orientados, outros estavam somando e sugerindo algumas modificações que vieram a engradecer suas apresentações.

Contudo acredita-se que o professor deva ter seu próprio método de trabalho com os alunos e que não seja algo imposto a ele, mas também se acredita que se deva haver um compromisso dos educadores para o melhor ensino e aprendizagem. Que nossos alunos não fique à mercê de um ensino defasado sem descobertas e que se torne somente suportável.

Bibliografia

BIGGS, J.; COLLIS, K. *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy*. New York: Academic Press, 1982.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio*. Brasília: SEMTEC/MEC, 2000.

BRASIL. *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/Semtec, 2006.

CANOVAS DE MOURA, J. F. *Introdução a física moderna no ensino médio a partir do tema estruturador radiação eletromagnética: luz, cores e aplicações medicas* (dissertação de mestrado). Porto Alegre, 2014.

CARMES. ANA DA R. B. *atividades de ótica explorada no ensino médio através de reflexões epistemológica com emprego do V gowin*. Porto Alegre, 2007.

CAVALCANTE, M.A; TEIXEIRA, A. D. C e BALATON, M. *Estudo das cores com o Arduino Scratch e Tracker*. Física na Escola, v. 14, n. 1, 2016.

COSTA, G.G. G et al. *Caixa de cores para o estudo de mistura de luzes coloridas*. Física na Escola, v. 9, n. 2, 2008

FIGUEIREDO, ANÍBAL; PIETROCOLA, MAURÍCIO. *Física um outro lado*. São Paulo. FTD, 2000

FILIPE, M.A.E.R.A. *Taxonomia SOLO nos Exames Nacionais de Matemática -9º ano*. Dissertação de mestrado. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2011.

Física: teoria e práticas. Programa de MECEM da Universidade Estadual de Londrina-PR

FORÇA, A.C; LABURÚ, C.E; MOURA. O.H. *Atividades experimentais no ensino de*

FUJITA, M.S.L; RUBI, M.P. *Pesquisa em educação :passo a passo*. Edições M3T tecnologia e educação. SP, 2007.

MELCHIOR, S.C. L. e PACCA, J. L. DE A. *Experimentos sobre a cor: conflitos com as concepções alternativas*. XVI simpósio nacional de ensino de física, 2004.

MOREIRA, MARCO ANTONIO. *Organizadores prévios e aprendizagem significativa* Revista Chilena de Educación Científica, Porto Alegre. 2012

SANTOS, ELIO M. F. *Arduino: Uma ferramenta para aquisição de dados, controle e automação de experiências de óptica em laboratório de física no ensino médio* (dissertação de mestrado). Porto Alegre, 2014.

ZABALA, ANTONI. *A prática Educativa: como ensinar*. Porto Alegre Artmed, 1998.

APÊNDICE A- *UEPS em óptica e questões Problemas*

UEPS para o estudo de cores por meio dos fenômenos Ópticos

Placilene Cardoso das Chagas

Objetivo: Compreender as cores de Newton a partir dos fenômenos ópticos da reflexão, refração e absorção da luz em uma proposta de aprendizagem significativa.

Sequência:

1. Situação inicial:

Criar uma situação que possibilite fazer um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, para que se tenha conhecimento do que os alunos já sabem a respeito do conteúdo que serão abordados. Com esta finalidade, serão apresentadas algumas imagens, das quais se espera que o aluno tenha uma reflexão e desenvolva um olhar investigativo sobre os fenômenos naturais que nortearão sua vida e por meio dele possa explicar (atividade 1) outros fenômenos que estão correlacionados. Os estudantes tentarão explicar por escrito o porquê e em que circunstância acontece tal evento. No decorrer do levantamento destes conhecimentos os alunos não poderão consultar nem uma fonte de pesquisa.

2. Situação Problema: Nível introdutório (situações do cotidiano)

A depender do número de alunos que não possuem ou que demonstraram pouco conhecimento se faz necessário que seja introduzido conhecimentos prévios. Deve ser ministrada uma pequena aula a nível superficial e geral, para que o novo conhecimento a ser aprendido encontre os conhecimentos prévios que facilitem sua absorção. Com isso algumas situações problemas são propostas aos alunos a nível introdutório do assunto que será abordado. Esta situação inicial requer um pouco de imaginação. O aluno será desafiado a responder questões onde tenha que se projetar naquela situação ou algo igual já vivenciado.

Todos receberam um questionário pautado em situações problemas que exigiu um conhecimento declarativo do estudante, onde os alunos propuseram soluções (atividade 2) , sem consulta, para cada pergunta. Esse questionário pode servir como organizadores prévios para aqueles alunos que não possuíam ainda subsunções relevantes na atividade 1 . O questionário deve ser entregue ao professor, logo após os alunos deverão que formar grupos contendo no máximo 5 alunos e novamente deverá ser dado ao grupo o mesmo questionário problema onde o grupo irá discutir cada questão através de argumentos dos participantes e chegar ao consenso

de uma resposta final. A intenção é que haja uma construção de conhecimento através do debate em grupo e que o professor possa captar, sendo mediador, a troca de opinião dos participantes através de uma argumentação mais forte ou evidências plausíveis para cada questão.

3. Apresentação do conhecimento a ser ensinado

Trabalhado as situações iniciais, será feita uma apresentação pelo professor por meio de slide nomeada “*A percepção das cores que vemos através do fenômeno de reflexão e refração da luz*”. Para que o estudante entenda alguns fenômenos que a luz nos proporciona serão mencionados alguns conteúdos expressivos na apresentação:

- I. O que é luz;
- II. O que é óptica geométrica;
- III. Fonte de luz;
- IV. Meios de propagação da luz;
- V. Princípios da óptica geométrica;
- VI. Fenômenos físicos fundamentais na óptica geométrica;
- VII. Reflexão, Refração e Absorção da luz
- VIII. As cores do corpo por reflexão e refração.

Esses conteúdos serão os conhecimentos introdutórios que irão agregar novos conhecimentos e renovar os significados daqueles subsunçores, se tornando mais ricos e peculiares na estrutura cognitiva do aluno neste processo da aprendizagem. Os alunos irão se reunir em grupo de cinco alunos para um debate e uma síntese sucinta sobre os conteúdos abordados na apresentação, deixando livre para alguns questionamentos para eventuais dúvidas e esclarecimentos.

4. Apresentação daquilo que se deve aprender com maior nível de complexidade

Um texto “*a teoria das cores de Newton em fenômenos naturais e aplicado à tecnologia*” é distribuído para todos os alunos. O texto começa com aspectos iniciais como o contexto histórico e formação da luz branca e abordam aspectos específicos como os fenômenos ópticos naturais e sua aplicabilidade na tecnologia, desta forma o aluno poderá realizar a diferenciação progressiva. Para essa leitura é destinado um tempo e depois deverá haver um debate em grande grupo. Para apoio é apresentado um simulador que se basear nos estudos de alguns fenômenos chamado PHET, os grupo de alunos irão manusear esta ferramenta. Novamente é apresentado novas situações problemas, individual, com nível de complexidade crescente , eles irão dissertar sobre a solução e entregar ao professor.

Para o enriquecimento dos conceitos ópticos, faz-se necessário apresentar uma exposição em slide com alguns tópicos pertinentes a essência destes fenômenos, sempre ressaltando o que é palpável e visível na vida cotidiana do aluno.

- I. Tipos de espelhos
- II. As Leis da reflexão.
- III. Características do espelho plano
- IV. Tipos de espelhos esféricos e suas características
- V. As leis da refração
- VI. Índices de refração e refringência de meios em relação a outros.
- VII. Ângulos limites e Reflexão total.
- VIII. Lentes esféricas e suas classificações.

Será feita uma apresentação de slide pelo professor de Mapa conceitual e como desenvolver. E como consequências desta exposição é pedido que cada grupo construa um mapa conceitual em folha de papel ofício de tudo que foi trabalhado até então. Depois de finalizados, os mapas serão submetidos a análise do professor. Feitas algumas observações e entregue aos grupos para correções.

5. Concluindo a unidade

Na última apresentação faz-se necessário que o conteúdo exposto deva ter o nível de maior dificuldade encontrada. Nesta etapa serão colocados três vídeos de “*Óptica*” que é utilizado pelo projeto “A física do cotidiano” este vídeo está dividido em três partes, o primeiro pode ser acessado em <<https://www.youtube.com/watch?v=lpYU2-f9kQ4>>, os demais vídeos apareceram na sequência. Novamente serão apresentados novos problemas para os alunos, seguindo a ordem crescente complexidade. Os grupos irão produzir um texto que pode ser de suspense, de investigação, policial etc. Algo que possa deixar por fim uma dúvida. Os demais grupos receberão este texto e tentarão responder verbalmente e apresentar o seu ponto de vista para os demais grupos ao questionamento deixado de forma indireta pelo os autores. O grupo responsável pelo texto irá desvendar a situação problema ou dúvida por meio de uma apresentação experimental, poderão utilizar outros mecanismos para dar um reforço a problematização do texto como trechos de livros, filmes, reportagem investigativa, poemas etc.

Atividade 1-Questionário a respeito das imagens de fenômenos naturais.

1. Arco íris



Figura 3- Paisagem com arco íris (fonte: cultura mix)¹

A figura 1 representa um evento que ocorre em determinada circunstância na natureza, de acordo com seus conhecimentos responda:

- Em quais condições de clima, tempo e umidade ocorre este fenômeno? Explique.
- Na imagem podemos perceber uma multiplicidade de cores. De onde você acredita vir estas cores que podemos admirar no arco íris?
- É possível ver este evento à noite? Sendo sim ou não explique?
- Você já presenciou algo parecido com fenômeno do arco íris em seu cotidiano? Relate?

2. Fonte de Luz

a)



b)



Figura 4- a) Lua cheia. b) Rosa vermelha²

¹ Disponível em <<http://meioambiente.culturamix.com/recursos-naturais/paisagens-com-arco-iris>> acesso em 27/06/16.

² Disponível em: a) <<http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2015/07/lua-azul-ocorre-nesta-sexta-feira.html>> e b) <<http://www.maispb.com.br/134741/preco-das-flores-em-jp-variam-ate-200.html>> acesso em 27/06/16.

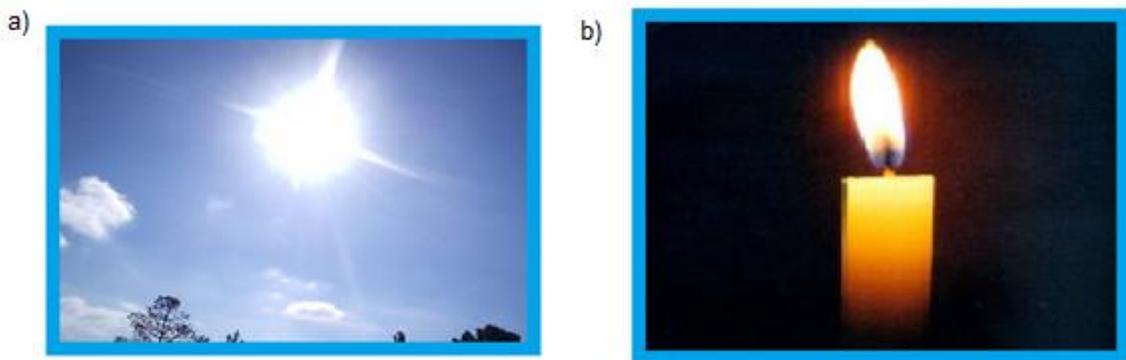


Figura 5- a) um dia de sol b) uma vela acesa³

As figuras acima só pode ser vista quando houver fonte luminosa, caso contrário não. Mas existe diferença entre as figuras 2 e 3, referente à sua fonte luminosa:

- a) Todas as figuras geram luz própria? Destaque as diferenças e semelhanças se houver entre as figuras com respeito à fonte de luz.
- b) Se não houvesse o sol poderíamos ver a lua? E se não houvesse a lua poderíamos ver o sol? Por quê?

3. Meios de Propagação da luz



Figura 6-tipos de janelas

São representadas três janelas na foto acima feitas de vidro transparente, vidro translúcido e de ferro, respectivamente conforme a imagem. Colocamos estas janelas em nossas casas dependendo do que se quer ver por ela ou da passagem da luz que queremos receber, além da segurança. De acordo com as figuras responda:

³Disponível em:

a) <<http://chertissu.blogspot.com.br/2011/07/dia-de-sol.html>> e

b) <<https://gafaorientador.wordpress.com/category/velas/>> acesso em 27/06/16.

- a) Percebemos que todas as janelas estão fechadas, mas nem todas nos proporcionar ver através dela os objetos que estão lá fora. Por que isso acontece? A luz consegue atravessar os três tipos de janelas?
- b) Explique identificando qual destas janelas é utilizado de acordo com a ocasião e o objetivo do morador.

4. Características da luz

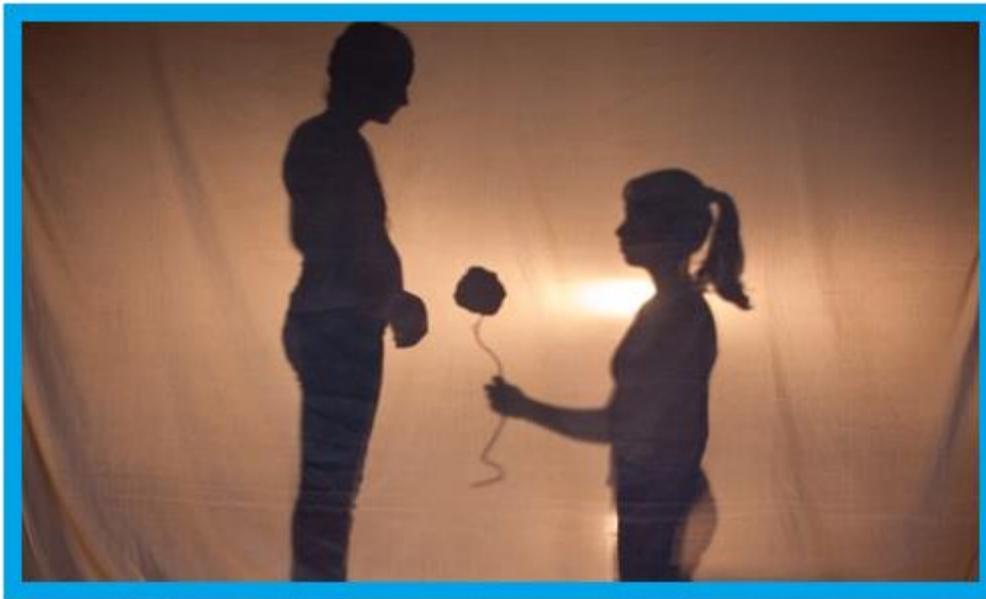


Figura 7-Teatro de sombras⁴

Um grupo de estudantes de um Centro Educacional fez sucesso com uma técnica milenar chinesa, fig. 5. As meninas do 1º ano do Ensino Médio encantam o público com apresentações de teatro de sombras. Os estudantes procuram superar a timidez na hora de atuar por traz da cortina branca. As formas se projetam para os expectadores do outro lado do pano. Com respeito a esse efeito:

- a) Como você explica a formação de sombras nos objetos que estão iluminados por uma fonte de luz?
- b) Existem diferenças entre a sombra de um objeto iluminado pelo sol e iluminado por uma vela?

⁴ Disponível em <<http://www.ndonline.com.br/florianopolis/noticias/15630-estudantes-de-canelinha-fazem-sucesso-com-teatro-de-sombras.htm>>l acesso em 25/06/1016

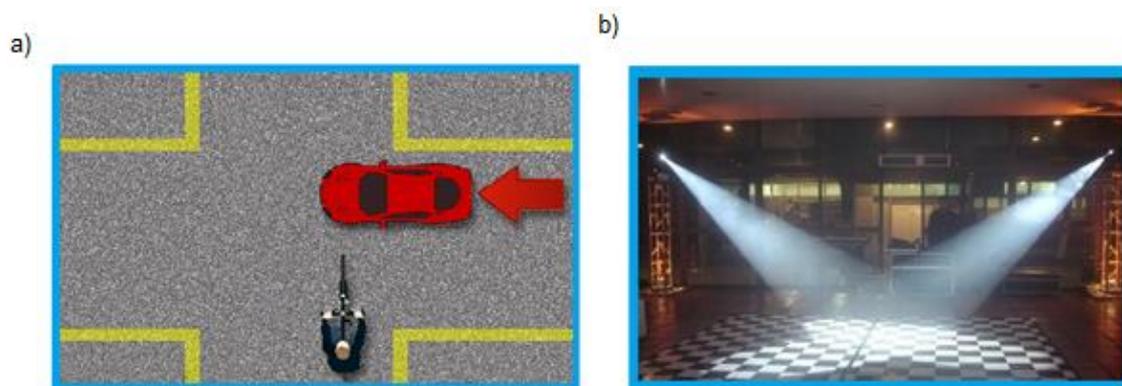


Figura 8- a) Encontro de dois corpos no cruzamento. b) Encontro de dois feixes de luz

A maioria dos acidentes de trânsito ocorre por falha humana⁵. Os que acontecem em cruzamentos não fogem desta regra, pois a causa na maioria das vezes é a desobediência à sinalização. Na figura 6 a) Há uma ciclista e um carro em movimento, mas como este cruzamento não é sinalizado, um deve passar a vez ao outro, sinalizando sua intenção, visto que é impossível os dois passarem ao mesmo tempo sem causar um acidente. Na fig. 6 -b) temos dois feixes que atravessam um ao outro, mas sem a interrupção ou desvio deles. Comparando as duas situações, porque feixes de luz pode atravessar um ao outro sem desviar seus caminhos e por que o carro e a bicicleta não pode fazer o mesmo?

5. Reflexão



Figura 9-Lanke Matheson na Nova Zelândia⁶

⁵ Disponível em <<http://portaldotransito.com.br/noticias/acidentes-em-cruzamentos-como-evitar/>>

⁶ Disponível em <<http://blog.studyabroad.wisc.edu/archives/10610>> acesso em 26/06/2016

Podemos perceber a formação de montanhas com gelo e uma vegetação com arvore de pequenos portes. O lago reflete toda a paisagem ao seu redor, responda:

- Por que podemos ver a imagem da montanha na água do lago?
- Se houvesse um barco passando, ao olharmos ao redor dele poderíamos ver a imagem da paisagem de forma nítida como estamos vendo agora? Por quê?
- Se você chegar à margem de um lago como este poderá ver seu rosto projetado na água. Existe algum instrumento com que faça que vejamos a imagem de um corpo ou de nós mesmo? Cite e explique como ele funciona.
- Você saberia dizer com precisão qual é a paisagem e qual é a imagem da paisagem na figura acima? Como você chegou a essa conclusão?

6. A cor do céu

a)



b)



Figura 10-A cor do céu em diferentes momentos do dia

No verão ao olharmos para o céu em alguns momentos do dia podemos admirar o céu de brigadeiro ou então ao pôr do sol um tom alaranjado com alguns pontos avermelhado. Você já deve ter se esbarrado com a pergunta “Porque o céu é azul?” e uma possível explicação para essa pergunta.

- Por que às 12h00 o céu está azul e às 18h00, no final da tarde, o céu se apresenta alaranjado e vermelho?
- À noite o céu apresenta-se escuro com as estrelas no infinito, mas sem nenhuma cor como durante o dia, como você explica este fato?
- Em nossa região o clima muda repentinamente. Estamos acostumados a ter um céu limpo com sol e em pouco tempo se transformar em um dia nublado com muita chuva. Na mudança do tempo, podemos perceber que o céu se torna cinza. Por que isso acontece?

7. Eclipse

No dia 27 de setembro de 2015 houve o Eclipse Lunar Total onde pode ser visto de diversos países, mas o curioso é que neste momento a Lua cheia estava com seu tamanho aparentemente maior do que vimos durante o restante do ano, chamada de Super Lua. No passado acreditava-se que os eclipses eram vistos como sinais de desastres, algo inevitável para humanidade, mas sabemos hoje que não passa de um fenômeno astronômico. Pelo visto, nesta data, além de acontecer o eclipse visivelmente pode ser visto uma cor vermelha na lua, daí o nome do fenômeno “Lua de Sangue”.

- a) Como ocorre o eclipse lunar? Explique e desenhe como acontece.
- b) Por que a lua neste eclipse ficar com uma cor avermelhada?

Atividade 2- situação Problema de nível Introdutório

	Professora: Placilene Cardoso Chagas		
	Disciplina: Física	Nível: Médio	Bimestre: 4º
	Série: 2º ano	Turma:	Data ____/____/____
	Aluno (a):		

ORIENTAÇÕES

- Leia com bastante atenção todas as questões
 - Utilize caneta nas cores **PRETA** ou **AZUL** para sua resposta.
 - Não será permitido durante a realização desta verificação qualquer tipo de consulta.
- 1) Em uma sala bem fechada e com a luz apagada não conseguimos ver as formas, cores e posição dos objetos? Por quê?
 - 2) Você acha que a luz interfere nos objetos que estão sobre os nossos olhos? De que forma?
 - 3) Ao olhar para um espelho conseguimos ver a formação da nossa imagem com seus contornos e cores. Por que não conseguimos ter a mesma formação ao olharmos uma folha de papel branco?
 - 4) Se um quarto estivesse uma lâmpada com luz vermelha, será que o observador vai conseguir visualizar, de fato, as formas, as cores e a posição dos objetos?
 - 5) Compramos o papel alumínio em rolos, ao tirar da embalagem e começar desenrolar podemos nos ver nele, mas se você amassa uma porção dele não vai mais conseguir ver sua imagem. Explique o que acontece?
 - 6) A lua possuem quatro fases: Lua nova, Lua crescente, lua cheia e lua minguante. Na lua nova não conseguimos vê-la daqui da terra, por que isto acontece?
 - 7) Os objetos que olhamos ao nosso redor possuem diversas tonalidades e em dias de verão é recomendado utilizar roupas claras, preferencialmente brancas, e em dias de inverno roupas escuras. O que acontece com a luz ao incidir sobre uma blusa preta e porque ela é indicada a ser utilizada em dias de inverno?
 - 8) Se colocarmos água em um copo de vidro transparente e liso e depois colocarmos um lápis, de acordo com a figura. Vemos a imagem deste lápis como se estivesse quebrada. Responda por que isto acontece.



Atividade 4- Situação Problema de Nível Intermediário.

	Professora: Placilene Cardoso Chagas		
	Disciplina: Física	Nível: Médio	Bimestre: 4º
	Série: 2º ano	Turma:	Data ____/____/____
	Aluno (a):		

ORIENTAÇÕES

- Leia com bastante atenção todas as questões
 - Utilize caneta nas cores **PRETA** ou **AZUL** para sua resposta.
 - Não será permitido durante a realização desta verificação qualquer tipo de consulta.
- 1) Que cor têm as sombras? Por que modificam a cor das superfícies sobre as quais se projetam? (J.D. Sandoval)
 - 2) Será a cor uma característica do objeto? Da fonte luminosa? De ambos? Haverá cor sem um sujeito que a perceba? (J.D. Sandoval)
 - 3) Um estudante de física e o outro de Artes plásticas, travaram uma discussão sobre quais seriam as cores primárias. Ambos concordavam sobre as cores azul e vermelha, mas discordavam sobre a terceira. O físico afirmava ser verde, e o artista, amarela. Explique por que os dois estão certos de seus respectivos pontos de vista. (Pietrocola)
 - 4) Você ao vestir uma camisa que na presença da luz do sol se apresenta branca, escrito a palavra “Física” com as letras na cor vermelha. Se ao entrar em uma sala que está iluminada com luz vermelha, o que dois estudantes que lá estão conseguirão ler em sua camisa? Justifique.
 - 5) Um estudante usa uma camisa com algumas inscrições, colocada sobre a luz do sol podemos vê-la desta forma:



Responda que cores podem ser visto quando for, não simultaneamente, iluminado por luz monocromática:

- a) Azul; b) Vermelho; c) Amarelo.

A TEORIA DAS CORES DE NEWTON EM FENÔMENOS NATURAIS E APLICADO NAS TECNOLOGIAS

Introdução

A percepção do mundo, os contatos e observação das pessoas, da natureza estão relacionados com efeito visual. Acreditamos ser divertidas as variedades de cores nos objetos, sentimos frieza ao vermos tonalidades escuras, bem como o branco em um ambiente é considerado sem cor. As cores dão sentido as formas e alegria no que vemos, como uma comida bem temperada.

O conjunto olho e imagem é um dos sistemas mais avançados e complexos. O cérebro fica responsável de decodificar e formar imagens. Ao olhar para um papel colorido, você sabe diferenciar o vermelho do azul, mas como seria se víssemos tudo em preto e branco, como as primeiras televisões e fotografias, então não faria sentido em falar nas cores que estão no papel.

Em física, a óptica estuda a luz e os fenômenos luminosos, como o arco Iris. As imagens formadas pelos nossos olhos precisa ter a presença da luz, ou seja, qualquer interação visual é necessária a presença de luz. Mas além do meio, a formação de imagens e formas se dar pela visão saudável, uma pessoa com problema de visão pode enxergar imagens distorcidas, assim como nem enxergar.

A descoberta da formação da luz branca

Uma das contribuições em óptica foi dada por Isaac Newton, quando percebeu que a luz branca é formada pela soma de outras sete cores. Porém esse já era um tema intrigante, pois nessa época algumas pessoas já haviam observado a decomposição da luz branca, tanto é que muitos outros "cientistas" discutiram e escreveram justificando esse fenômeno como, por exemplo, René Descarte em sua obra *La Dioptrique* (1637) e Robert Hooke em 1665 com *Micrographia*, até então considerado um trabalho reconhecido.

Apesar de muito se falar e especular sobre esse fenômeno foi somente em 1672 com a publicação do artigo intitulado de “Nova Teoria das Cores” de Newton é que veio um argumento plausível, porém não aceito pelos colegas estudiosos, para teoria.

Newton sabendo que poucos estavam convencidos na comunidade científica daquela época, principalmente Hooke, elaborou diversas experiências entre elas o “Experimentum Crucis” almejando convencê-los.

Em 1672, Newton complementou a demonstração da composição da luz branca com seu experimentum crucis. Nesse experimento, Newton, fez a luz solar passar por um prisma e seu espectro colorido incidir num anteparo com um pequeno furo que permitia a passagem de um feixe de luz de uma única cor, esse feixe atravessou um segundo prisma e, após ser refratado por ele, incidiu num segundo anteparo. Girando o primeiro prisma foi possível selecionar a cor a ser refratada pelo segundo anteparo. Newton observou que o segundo prisma não produzia novas mudanças nos raios coloridos e que raios de cores diferentes eram refratados de ângulos diferentes. (SILVA, C. C; 1996; Pag. 1)

Esse impasse teórico com Hooke e Huygens fez com que Newton revesse e amadurecesse seus conceitos e definições em seu trabalho “Opticks”. Esta obra contém uma discussão sobre as cores, reflexão, refração em placas e lentes esféricas. Abordagem foi realizada com muito cuidado através de experiências elaboradas por Newton e a descrição dessas experiências foi feita de forma sucinta para que o leitor não pudesse questionar como transcorreu cada procedimento experimental.

A teoria das cores proposta por Newton não precisaria de um domínio avançado em matemática ou especificamente em geometria, como outros trabalhos de Newton, para entender, pois é um conhecimento a nível qualitativo e acessível a qualquer pessoa. Por mais que não tenhamos a mesma oportunidade de ir ao laboratório e verificar experimentalmente a teoria das cores, isso é naturalmente encarregada e comprovada pela própria natureza como fenômeno do arco Iris.



Figura 11-Espectro da Luz Visível¹

¹ Fonte: Blog CFQ3 Acesso em: 7/07/ 2015

Uma pessoa visualiza (observador) um corpo vermelho quando colocado na presença da luz branca, porque outras componentes são absorvidas e somente é refletida difusamente a componente vermelha, figura 2. Agora, se colocado um corpo negro ou branco na presença da mesma luz, vamos visualizar a cor preta² ou a cor branca, na cor branca, porque é refletida todas as sete cores e a cor preta porque é absorvidos todas as componentes.

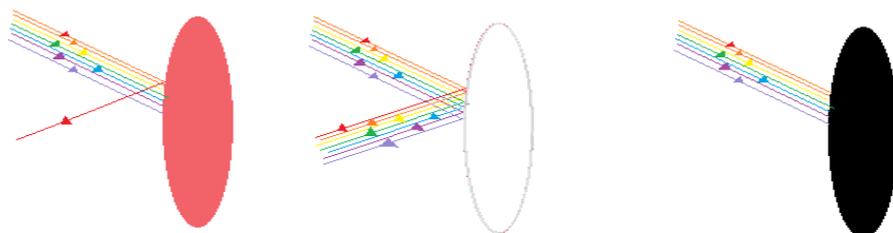


Figura 12-Cor do objeto por Reflexão³

A cor do corpo depende de alguns fatores como a intensidade de luz, a cor da luz e a sensibilidade visual do ser humano. Todos esses fatores influenciam para determinar a cor do corpo em questão. O cabelo de uma pessoa é um exemplo disso, pois não existe tonalidade preta, cabelo natural, o que pode existir é um castanho escuro, pois se pegarmos este fio de cabelo que inicialmente consideramos preto e colocar na presença da luz branca nós podemos ver a tonalidade castanha.

As cores e os fenômenos naturais

- **Arco- Íris**

O fenômeno do arco Iris é cheio de misticismo e crenças, como, por exemplo, o utilizado em desenhos animados que no final do arco- íris há um pote de ouro. Na mitologia grega, o nome arco- íris provém do arco que é feito no céu e Iris era uma Deusa que ao passar deixava rastro colorido no céu. No cristianismo, quando Deus mandou o dilúvio e a família de Noé sobreviveu, Deus fez uma aliança com a humanidade por meio de Noé que nunca mais iria castigar a humanidade por meio do dilúvio.

Fisicamente, na interação da luz com as gotículas de água em suspensão no ar atmosférico produz o arco- íris, muitas vezes antes e/ou após a chuva. Para gerar esse

² A cor preta é ausência ou a absorção das cores que compõem a luz

³ Fonte: Elaborado pela própria autora

fenômeno, a luz ao penetrar as gotículas de água, sofrem refração, dentro da gota acontece uma reflexão total e ao sair ocorre novamente refração, esta última faz com que a luz se dispersa mais do que a primeira refração. Esse fenômeno não depende do tamanho da gota de água, mas fica evidente a tonalidade das cores formada pela luz branca quando o ângulo de incidência, dentro da gota e o ângulo de reflexão variam entre 40° a 42°.

Além disso, percebemos outras duas características do fenômeno: a posição do arco-íris e a disposição das cores no arco. Em todos os momentos que presenciamos o arco-íris ele está posicionado em lado oposto do sol, a luz ao entrar bate na parede interna da gota e sai do mesmo lado que entrou.

- **A cor azul do céu**

Ao olhar para o céu no dia ensolarado veremos as nuvens, talvez alguns pássaros e de fundo o azul do céu, uma boa visão. Mas sabemos que o espaço é uma região escura e que é iluminada pelo sol, luz branca, “Qual é o motivo de vermos o céu azul durante o dia e a noite o céu é escuro?” Ele poderia ser verde ou branco. O céu só é azul durante o dia e o efeito que causa o dia, entre outros, é a luz do sol, fica claro que a luz que vem do sol está relacionada com a cor azul do céu que vemos em um dia ensolarado.

A terra possui uma camada formada por alguns gases que a envolve toda a superfície terrestre. Entre esses gases estão o nitrogênio e o oxigênio, estes em maior quantidade, eles servem como uma barreira para a passagem total da luz. Os elétrons que formam esses átomos têm vibrações próximas ao do ultravioleta (Azul).

A luz, onda eletromagnética, quando proveniente do sol ao incidir nos gases da atmosfera, fazem com que os elétrons desses gases vibrem com frequência de uma onda eletromagnética e esse movimento reflete as ondas em todas as direções. Mas as que mais se espalham são as de tonalidades formadas pela família do azul, pois estas ondas eletromagnéticas possuem maiores frequência.

O espalhamento do azul ocorre ao longo do caminho da luz pela atmosfera. Dessa forma, após sucessivos espalhamentos, essa onda, isto é, essa cor, nos chega de todas as direções do céu. Isso nos dá a impressão de que o céu é azul. (Figueiredo, A. e Pietrocola, M; 2000; p. 35)

Como elas possuem maiores espalhamentos, acaba ocupado maior quantidade no céu do que outras cores e vemos o céu azul durante o dia.

Teoria das cores na tecnologia

- **Reprodução de Imagem por impressão colorida.**

Ao imprimir uma imagem colorida nós conseguimos ver todas as cores de forma igual à da imagem. A impressora é um equipamento que utiliza o sistema CMYK, do inglês (Cyan, Magenta, Yellow e Black Key), que são as cor ciana, magenta, amarelo e “preto”, as três primeiras cores derivam das três cores primárias da luz, por isso chamamos de cores secundárias ou sistema subtrativos, o preto foi adicionado para colaborar na formação de imagens. Através dessas quatro “cores” podemos obter qualquer tonalidade em imagem impressa.

Da imagem vista no monitor do computador por meio do padrão RGB, cores primárias da luz, essa imagem é passada para o papel sobre o sistema CMYK da qual irá realizar no interior da máquina de impressão as misturas necessárias para formar as cores da imagem que se quer imprimir (Wikipédia, 2015). Apesar de ser utilizada em grande escala em indústrias gráficas, ela apresenta uma dificuldade, pois não reproduz determinadas cores como um azul celeste.

- **A formação de imagem na tela da TV**

A tecnologia está presente a todo o momento e a óptica está relacionada intimamente a evolução tecnológica. Ao terminar um trabalho feito no computador, almoçar assistindo televisão, se arrumar e antes de sair para aula verifica suas mensagens no celular. Todas as tecnologias, computador, televisão e smartphone, que foi citado na pequena descrição do dia a dia de uma pessoa têm várias relações com estudo de óptica, precisamente a teoria das cores. As imagens formadas por essas tecnologias, só é possível por meio das cores primárias da luz e é através delas que é feito um mosaico que irá ser transformada em tudo que conseguimos visualizar, como papel de parede em smartphone, a novela das oito na televisão e até mesmo um artigo feito no Word, tudo isso só é possível porque os olhos dos homens são sensíveis à cores vermelha, verde e azul.

A maioria das tecnologias que capturam imagens é formada por pequenas caixas, que contêm as três cores, chamada de pixel. Assim como as células é a menor unidade do corpo humano os pixels são as menores unidades que formam as imagens. Ao se aproximar da tela da TV podemos perceber que existem pequenas cores como da figura 3.

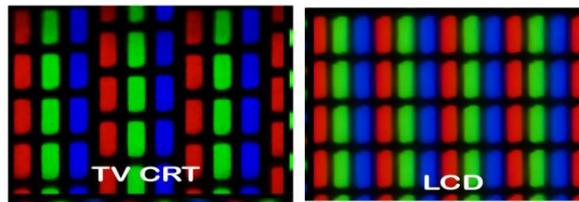


Figura 13-Formação de imagem por Pixel⁴

A maioria dos aparelhos eletrônicos que formam imagens utilizam o padrão RGB, do inglês Red, Green e Blue. Além desse padrão a ser utilizado nos equipamentos mencionado ele também estão dispostos em eletrônicos como scanners, data show, câmera digital e fotografias.

A visão é um sentido para diferenciar as cores

Dos cinco sentidos que o homem tem um deles é a visão, pois é através dela que conseguimos perceber e visualizar as formas, contornos e cores. Na perspectiva da visão certos estudos da óptica foram criados e desenvolvidos, ora para corrigir um defeito, ora para ampliar uma visão delimitada. Como o homem não consegue enxergar longas distâncias inventaram os binóculos e lunetas e para corrigir problemas na visão criaram os óculos. Mas como todo esse processo acontece no interior dos olhos?

O olho humano é um sistema complexo, mas a formação de imagem e sensações visuais se aproxima de uma câmera fotográfica, então podemos fazer uma analogia do estudo do olho humano com uma câmera fotográfica, através dos sistemas de lentes e formação de imagens. Para uma câmera é necessário haver luz e para corrigir a falta de iluminação existe um dispositivo chamado flash. Sem luz não existe visão, pois a luz é o agente físico responsável pela sensação visual, havendo a iluminação necessária consequentemente haverá formação de imagens na visão.

A formação do olho humano é feita por células sensíveis a luz, que se encontram na retina, elas geram impulsos nervosos que levam as informações para o encéfalo. Estas informações são decodificadas para construção de imagens. Fisicamente, existem lentes que colaboram com o fator bioquímico para a formação de imagens. As células responsáveis pela cor daquilo que estar sendo visto depende do comprimento de onda, da pureza e a intensidade da luz, são os fotorreceptores.

⁴ Fonte Wikipédia Acesso 11/07/1015

As células fotorreceptoras se classificam em bastonetes e cones. Os últimos são responsáveis pelas cores do que vemos e os primeiros responsáveis pela formação de imagens em baixas e em altas luminosidades. Em região com pouca luminosidade os bastonetes tentam abstrair com maior intensidade as formas dos objetos, sem se importar com as cores, por isso que muitas vezes nesse ambiente vemos em preto e cinza. Existem três tipos de cones que formam as cores: o cone azul, verde e vermelho, a maioria é composta por verde e vermelho restando apenas 8% para o azul. As demais cores são vista pela combinação desses três cones, por exemplo, o objeto amarelo é a combinação do cone verde com o vermelho. Então, a formação das cores das imagens que visualizamos está sobre a responsabilidade desses três tipos de cones.

Anomalias na diferenciação das cores

O problema visual da qual não se consegue diferenciar algumas cores é chamado de daltonismo. Esse nome dado à esta doença de visão veio do cientista químico chamado de John Dalton que tinha um irmão que possuía esta deficiência visual. John ao descobrir que não conseguia diferenciar algumas cores começou a estudar essa anomalia.

O daltonismo ou a discromatopsia é classificado em três: Protanopia, deuteranopia e tritanopia, cada um deles relacionados com ausência de um tipo de cone que existe na retina, cone azul, verde e vermelho. É uma doença genética que está relacionada ao cromossomo X. Podemos considerar uma doença genética ligada ao sexo, pois a porcentagem é maior para homens do que para mulheres. (CENTRO DE DIAGNOSTICO OCULAR)

O diagnóstico é feito de forma rápida, e atualmente a forma mais utilizada é o teste de Ishihara (figura 4)⁵ que consiste em cartões pontilhado com algumas tonalidades que contém um número no seu interior que posto ao paciente identificar qual número foi colocado, da forma que uma pessoa com visão normal irá identificar e uma pessoa com daltonismo verá tudo igual, não conseguindo visualizar o número. Mas, apesar de ser um teste rápido muitos possuem esta anomalia e só sabem quando estão na vida adulta. Por que para um daltônico é muito normal ver a

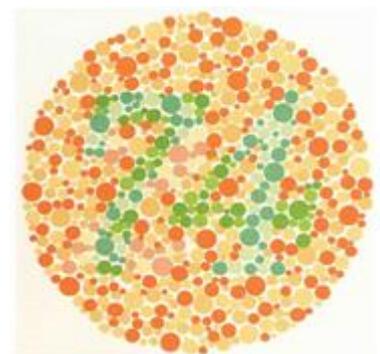


Figura 14-Teste de Ishihara

⁵ Fonte: Saúde Plena acesso: 20/07/20015

vida como sempre viu e não percebem variações ou diferenças nas cores, que acontece bastante é a descoberta através de situações familiares ou com colegas na qual a pessoa daltônica não consegue diferenciar ou identificar uma cor ou outra.

Não existe cura para essa doença, mas existem óculos especiais que filtram frequências de luz e dão qualidade de vida para portadores dessa doença.

A cor do vestido.

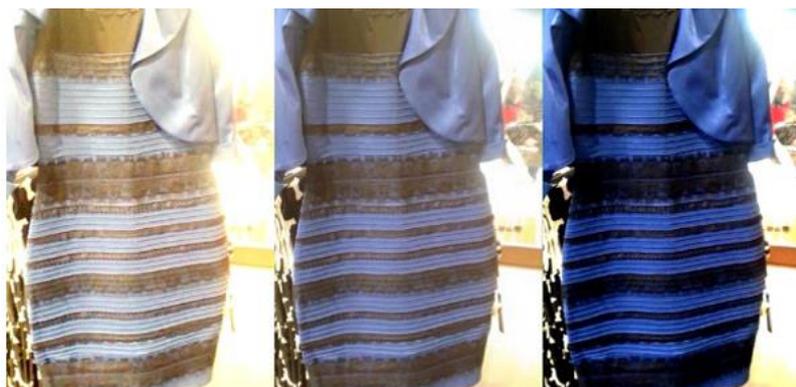


Figura 5-Fonte: A cor do vestido⁶

A foto acima (figura 5) ficou famosa nas redes sociais, onde uma pessoa ao postar a imagem do vestido em situações distintas criou uma polêmica entre os internautas e as pessoas que viram essas imagens na qual não conseguiram entrar no consenso de qual era a cor do vestido.

O nosso cérebro possui um truque que faz com que vejamos uma cor de um objeto em um momento e em outro vemos a cor de forma diferente. Esse mesmo objeto pode ser visto com tonalidades distintas para pessoas diferentes ao mesmo tempo. Esse tipo de situação é chamado de ilusão de óptica, pois nosso cérebro tenta corrigir distorções de luminosidade.

A polêmica do vestido está na cor que foi vista por muitas pessoas, todos tentando encontrar e desvendar o mistério porque pessoas viam o vestido com cores diferentes e foram feitas muitas hipóteses relacionado a baixa e alta luminosidade, a cor da fonte de luz, problemas de visão, etc. O mesmo vestido foi colocado em três situações e precisariam definir qual é a verdadeira cor dele, ficou difícil de elucidar o problema, pois ora alguns viram com a cor azul com rendas pretas e ora viram com a

⁶ Fonte: correio popular acesso16/07/2015

cor branca com rendas douradas. Muitos estudiosos, psicólogo, biólogo, neurologista, psiquiatra, físico etc. palpitararam e de vários meios tentaram utilizar do seu campo de estudo para explicar o problema.

Mas se for realmente olhar o porquê isto acontece podemos perceber que possuem muitos fatores e agregam outras áreas de estudos. Tudo começa pela intensidade de luz que foi colocada sobre o vestido ao tirar a foto ao visualizar o branco e o dourado com pouca luminosidade o cérebro ativa e tenta corrigir a falta de luminosidade, exemplo, quando a luz ao ir embora, à noite, aos primeiros segundos não conseguimos ver nada e até tropeçamos em alguns moveis, mas após alguns minutos aquilo que antes não enxergávamos pela dificuldade de falta de luz fica com menor dificuldade para conseguir visualizar, o cérebro tenta corrigir a falta de luz. Com muita intensidade de luz foi enxergado o azul e branco, a mesma situação acontece, mas em sentido oposto, o cérebro corrigiu a intensidade excessiva que recebe. Quando o vestido está numa região de penumbra, segunda imagem do vestido, o cérebro rapidamente definiu o que será visto por você, é por isso que se você tentar olhar novamente a imagem daqui à uma hora talvez veja outra cor para o vestido.

Referências bibliográficas

SILVA, C. C. A teoria das cores de Newton: um estudo crítico do Livro I do Opticks. Dissertação (mestrado), Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Física "Gleb Wataghin", Campinas, 1996.

FIGUEIREDO, ANÍBAL; PIETROCOLA, MAURÍCIO. Física um outro lado. São Paulo. FTD, 2000

WIKIPEDIA. <<https://pt.wikipedia.org/wiki/CMYK>> Acesso 11/07/1015

CENTRO DE DIAGNOSTICO OCULAR. Daltonismo. Disponível em <http://www.fernandomoro.com.br/home/index.php?option=com_content&view=article&id=55:daltonismo&catid=34:doencas-oculares&Itemid=50> [acesso em 17/07/2015]

Apêndice C

Antologia de Alguns textos
confeccionados pelos grupos
De Alunos

Texto 1

Disco que Consume

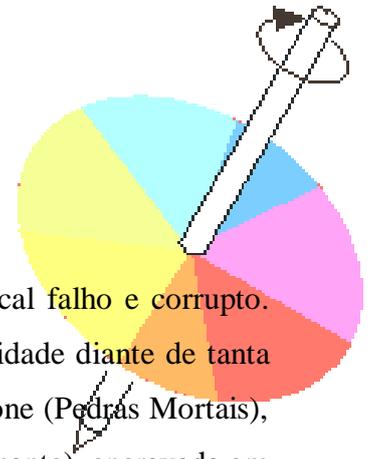
Em um mundo distante, onde tudo era resolvido pelo governo local falho e corrupto. Um grupo de justiceiros nasceu com intuito de defender a humanidade diante de tanta crise, em meio ao caos. Esse grupo era conhecido como Death Stone (Pedras Mortais), pois cada membro tinha uma pedra (que muitos chamavam de Diamante), encravada em seu coração que dava a eles poderes sobre humanos, enquanto consumia sua energia vital lentamente.

As pedras tinham cerca de 2 centímetros e cada uma era única, ou seja, todas tinham suas determinadas formas cores e poderes. Não se sabe ao certo como elas passaram a existir, crenças locais acreditam que é algo divino de deuses manifestados naquelas pedras que ficam no centro do coração desde o nascimento. Uns falam que é uma maldição outros que é uma benção, só se sabe que isso é um caso raro de se acontecer.

O grupo Death Stone era composto por 6 membros, Ariel o líder portador do diamante azul, Agatha portadora do diamante vermelho, Bernard o gênio portador do diamante amarelo da sabedoria, Arthur portador do diamante branco no qual consumia sua juventude, Laila portadora do diamante rosa e Noêmia portadora do diamante verde que controlava a natureza.

Eles não eram bem vistos pelo governo, na verdade eram foragidos da lei, porém a população os via como heróis que os levariam para um futuro sem angustias e sofrimento. Pois todo o país era cercado de altos impostos, ladrões, e muitas vezes as pessoas se tornavam escravos de bandidos que tentavam dominar o mundo com suas invenções malignas e desumanas.

Certo dia, o grupo Death Stone estavam rumo a cidade Neodória, pois havia boatos de um tal disco branco que consumia a energia vital das pessoas que ali habitavam, quando chegaram lá viram que na cidade só havia idosos, todos mostravam uma face aterrorizada e tremiam de medo. Sem entender Ariel perguntou - Isso é uma cidade de anciões, pois aqui só tem idosos. E Bernard falou - Os moradores tiveram sua juventude roubada, isso lembrava muito o poder do diamante de Arthur, que suga sua juventude.



Foi quando chegou um velho gritando como louco - Branco! Branco! Disco! Branco! - Logo depois o velho correu apavorado e se escondeu entre os arbustos. Eles tentaram ajudar o idoso, foi quando naquele exato momento o céu se abriu e todos os idosos correram assustados, e do céu caiu uma grande máquina que se parecia com um disco gigante porém, não era branco e sim colorido, com todas as cores do arco-íris divididas em uma forma que lembrava uma pizza e suas fatias.

- Não é branco como os boatos falavam? - disse Agatha, - É grande e colorido! - acrescentou Laila. - Quem se importa com a cor! - disse Noêmia com raiva. Quando de repente desceu uma pessoa estranha de cima do disco, que sem falar nada atacou Arthur com um raio que veio de suas mãos, porém Arthur, portador do diamante branco, se defendeu criando um escudo ao redor de seus companheiros. - Quem é você? - Ariel perguntou, e ele respondeu - Sou tudo, sou as árvores, os rios, as pessoas, sou tudo o que meu disco consome.

Ele era um ser que viajava em dimensões e sugava a energia vital através do disco, seu nome era Emagon que ataca dimensões. - Não temos tempo a perder, atacar! - gritou Ariel marcando o início da batalha. No meio da luta Emagon tentava a todo custo acertar Arthur, que sempre conseguia desviar de seus golpes, foi quando Noêmia o prendeu entre duas colunas de raízes mágicas e perguntou - Porque tenta atacar Arthur mais do que aos outros?

Emagon se recusou a responder, e também estava muito fraco para batalhar. Então antes que todos falassem, Emagon liberou uma magia que fez o disco começar a girar aumentando sua velocidade lentamente - Me diga como parar! - Gritou Ariel. - Não tem como parar, logo todas as cores irão se tornar uma só, ou seja, todas as cores chegarão a uma determinada velocidade que resultará na cor branca que consumirá tudo a sua volta - disse Emagon antes de sumir, prometendo voltar assim que o disco sugasse toda energia vital daquela região.

- Como isso é possível, todas as cores se tornarem a cor branca? - Perguntou Arthur, Bernard o gênio se intrometeu na conversa falando - Meus poderes falam que esse disco originou-se na dimensão R-52 no planeta Terra, criado por um tal de Newton, deve ter inspirado Emagon a criar este disco que consome a vida. Essa invenção de Newton faz com que as cores colocadas no disco girem em uma determinada velocidade que se

torna a cor branca, ou seja, a cor branca na verdade são todas as cores, como uma grade mistura de luzes eu acho.

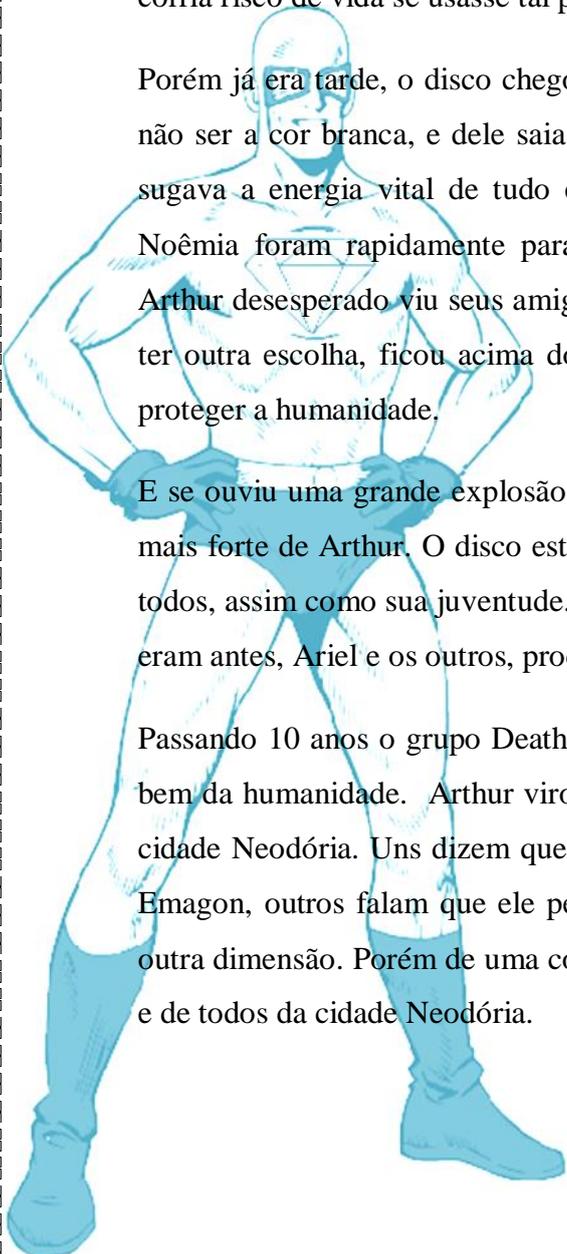
Arthur falou - Então por isso que Emagon tentava tanto me matar, eu sou o único que pode derrotá-lo, meu diamante é branco, então ele é o resultado de todas as cores fundidas. Porém meu poder consome minha vida e minha juventude, posso morrer se usar um poder maior, já não me basta ter 18 anos com todos os cabelos brancos, ainda posso perder minha vida.

- Temos que parar o disco e destruí-lo antes que Emagon volte mais forte! - ordenou Ariel. Então sem perder tempo todos eles atacaram o disco com tudo que podiam, usaram seus poderes mais fortes até ficarem exaustos, mas era impossível o disco não sofria sequer um arranhão. Eles não podiam fazer nada, a não ser Arthur, porém ele corria risco de vida se usasse tal poder.

Porém já era tarde, o disco chegou a girar tão rápido que não se podia ver outra cor, a não ser a cor branca, e dele saia um brilho tão reluzente quanto o Sol que lentamente sugava a energia vital de tudo e de todos ao redor. Ariel, Agatha, Laila, Bernard e Noêmia foram rapidamente para o chão, sofrendo e sendo sugados por aquela luz. Arthur desesperado viu seus amigos ao chão envelhecendo e morrendo lentamente, sem ter outra escolha, ficou acima do disco e falou - Obrigado meus amigos, vivam para proteger a humanidade.

E se ouviu uma grande explosão com uma luz branca muito forte, certamente, o poder mais forte de Arthur. O disco estava totalmente destruído e a vida estava voltando para todos, assim como sua juventude. Os velhos se tornavam pessoas novas e normais como eram antes, Ariel e os outros, procuraram Arthur, mas não o encontraram.

Passando 10 anos o grupo Death Stone continuou lutando usando seus Diamantes pelo bem da humanidade. Arthur virou lenda e fizeram uma estátua em sua homenagem na cidade Neodória. Uns dizem que ele ainda está vivo vagando pelas dimensões atrás de Emagon, outros falam que ele perdeu os poderes e vive como uma pessoa normal em outra dimensão. Porém de uma coisa sabemos ele ainda vive no coração de seus amigos e de todos da cidade Neodória.



Texto 2

Galáxia longínqua

A muito tempo atrás em uma galáxia muito distante, existia uma criatura cujo o poder era incompreendido e misterioso, chamado pelo nome de Dark Space, vagava pelas estrelas, com intenções expansionistas, em busca da soberania completa sobre a galáxia. Por onde ele passava, havia rastros de destruição e tristeza.

Mas assim, como todos, ele foi envelhecendo e, ficando mais fraco, dando espaço para que rebeliões aparecessem. Com isso, três nações resolveram se unir, para tentarem juntos devolver a paz aos planetas dominados.

Eles eram de civilizações muito inteligentes, que aos poucos foram descobrindo informações essenciais para a grande batalha, como o fato dos poderes de Dark Space estarem ligados a 3 raros poderes que eram fluidos que mudavam constantemente de forma quando separados, e que entravam nas entranhas dos seres vivos mais próximos, buscando, assim, sua perpetuação. Eles tinham cores diferentes, sendo ciano, magenta e, amarelo, que davam aos seus portadores incríveis habilidades de força, inteligência e velocidade respectivamente, que quando juntos em um único ser, tornavam-no escuro.

A liga das 3 nações então elabora um plano. Feito isso, cada uma escolheria um único representante, Dany, Lisa e Kin são os chamados, para que então quando derrotassem a criatura, cada um dominasse um poder.

Então é chegado o grande dia, Dark Space, mesmo velho e com seus poderes, era orgulhoso e resolveu ficar no B-77c, planeta sede do império, para enfrentar a ameaça. Dany, Lisa e Kin comandaram os ataques pelo norte, leste, e oeste, o sul ficou por conta de outras espécies aliadas e simpatizantes da liga. E aos poucos o grande império foi sucumbindo, até que chegassem a um castelo com muros tão altos quanto as montanhas, e então começam a questionar como aquilo havia sido feito e o que fariam.

Texto 3

Uma Nova Descoberta (fanfic de Isaac Newton)

Isaac, era um adolescente um pouco problemático e fechado, não se abria com ninguém exceto, talvez, com seu melhor amigo Joe, estava no terceiro ano do ensino médio, nem sabia o que iria fazer no próximo ano, mas até então não fazia ideia dos grandes feitos que ele fosse realizar. Kimberley Stone, sua professora de física, era uma mulher que aparentava ser bem mais jovem do que realmente era, com os cabelos loiros, olhos azuis e um corpo de dar inveja a muitas mulheres, com o dedo indicador ajustou os óculos, vendo que suas notas estavam baixas demais para passar de ano, quis ajudá-lo:

- Sr. Newton, você matou bastantes aulas esse ano. Está praticamente reprovado, deve ter tido seus motivos, mas com essas notas não conseguirá passar de ano, eu sei que é um rapaz muito inteligente, por isso vou ajuda- lo.

Isaac revirou os olhos, depois de conhecer tantas más influências, seu foco de ser um grande físico e cientista ficou de lado.

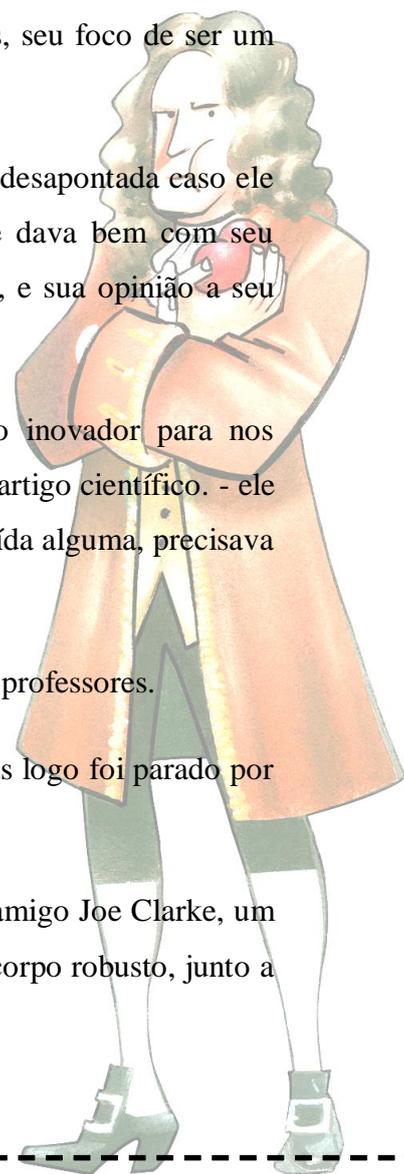
Certo, o que propõe? - suspirou. Pensou em sua mãe, que ficaria desapontada caso ele não passasse de ano. Ele ficou um tempo afastado, pois não se dava bem com seu padrasto, mas agora ela estava sozinha e viúva pela segunda vez, e sua opinião a seu respeito ainda lhe interessava.

- Haverá uma feira científica. Sei que é esperto e criará algo inovador para nos apresentar, pode propor uma teoria, criar um jogo ou até trazer um artigo científico. - ele cruzou os braços, taciturno sobre a ideia apresentada. Não havia saída alguma, precisava daquela nota.

- Certo. Eu aceito. - bufou, pulando da cadeira e saindo da sala dos professores.

Quando tocou a campainha, ele saiu da sala para ir à próxima aula, mas logo foi parado por alguém que tocou seu ombro.

- Oi, cara! O que a professora queria com você? - era seu melhor amigo Joe Clarke, um rapaz moreno, que tinha os cabelos negros, olhos castanhos e um corpo robusto, junto a



ele estava sua amiga Anne Storer, uma moça de pele clara, que tinha cabelos castanhos e olhos azuis. Os três se conheciam há bastante tempo, já que subsistiam na mesma Rua em Virginia, Washington.

- Oi Joe. Oi Anne. Ela só queria me dar um sermão, e me avisar que posso repetir o ano, se não fizer algo para feira. - Revirou os olhos.

- Oi Isaac. - Anne respondeu, com timidez e Isaac respondeu novamente com um aceno.

-Puxa cara! Mas já sabe o que vai fazer? - respondeu Joe com um tom de indignação.

- Não, ainda não consegui pensar em nada. - respondeu ele pensativo. - Bom, vamos para a aula.

Seguiram então para a sala. A manhã passou rápida, e logo estavam em casa. Isaac entrou e foi direto para o quarto, cogitar no que iria fazer para uma feira que aconteceria dali a 10 dias. No dia seguinte, ainda não tinha pensado em nada, então foi junto a Anne e Joe para mais um dia entediante na escola, apenas para receber mais um sermão de outro professor. No outro dia ele tentou criar um artigo, tudo em vão, já que assunto algum lhe chamou a atenção. No terceiro dia, tentou um jogo, mas achou uma coisa um pouco "ensino fundamental" a ser feita. No quarto dia foi quando ele desistiu, ainda não tinha pensado em nada, e isso já estava lhe chateando, preferiu repetir o ano, e aceitar as consequências, foi para a aula indignado com a possibilidade de repetir.

- Ei Isaac! - se virou e viu Joe vindo em sua direção. - Eu sei que ainda não fez nada para a feira, mas terá uma festa na casa do Mike hoje à noite, então imaginei que você precisava relaxar um pouco, o que me diz? - Ah e Anne vai também - disse Joe com um olhar malicioso no rosto, já sabendo da suposta "quedinha" que o amigo tinha por Anne.

- Não, cara, acho melhor ir para casa. - mas então ele pensou: "o que eu teria a perder? Afinal já desistir de fazer esse trabalho idiota mesmo". "E Anne também estará lá..." - Quer saber?! Vou sim. - respondeu já ansioso.

- Beleza, vou sair umas 8h, se quiser uma carona.

- Está bom. Agora, vamos logo pra aula, que já estamos atrasados.

As 8h, Isaac viu sua mãe e deu um beijo rápido em seu rosto, antes de sair sem nem dizer aonde iria, encontrou Joe com Anne esperando- o, e foram para a festa. Chegando lá, era uma barulheira só, adolescentes bêbados pulando na piscina e alguns jogando Verdade ou Consequência, provavelmente por que deve ser mais excitante se agarrar na frente dos outros, pensou ele. Isaac entrou na casa, pegou uma bebida e sentou no sofá, seu amigo sumiu de vista assim que entrou e Anne foi conversar com umas amigas, então em vez de ir procura- ló ou pedir para Anne ficar com ele, ficou sentado sozinho, e ali indagou a si mesmo: “O que faço aqui?” " Será que vale a pena desistir, sem nem ter me esforçado o suficiente? ". Várias perguntas sem respostas foram se formando, levantou do sofá e andou até a mesa para pegar mais um Whisky, mas percebeu que já estava vacilando sobre os pés, então foi procurar um quarto para se deitar, estava no pé da escada, quando esbarrou em alguém.

- Oi, mano. Tá curtindo a festa? - perguntou Joe, com um sorrisinho de lado, e Isaac percebendo que ele estava bêbado, respondeu:

- Eu quero ir pra casa, mas já que vim de carona e você parece ter tomado um porre, então é melhor ir para um dos quartos lá em cima e tentar dormir um pouco antes. Vamos, eu te ajudo.

- Está bom - disse Joe revirando os olhos. Porém, quando estavam no pé da escada, um bêbado parou na frente deles, bloqueando a passagem, mas Isaac apenas o observou por um instante, então decidiu ignorar e tentou desviar dele.

- Você se acha melhor do que eu?! Olhando-me como se eu não fosse nada. - disse ele erguendo uma sobrancelha.

- Ei Mark! Deixa o cara, acho melhor não criar confusão na casa do Mike - disse uma voz atrás de Isaac, que vira para olhar o indivíduo e depois volta a encarar a pessoa a sua frente, que agora tinha o nome de Mark.

- Cara, eu não quero encrenca. Só quero levar meu amigo a um dos quartos, para se recuperar e depois vamos embora, então, por favor, me deixe passar. - respondeu ele com a testa franzida. Mas Mark. As q ali parado, impedindo que Isaac e Joe passassem.

- Está com 'medinho' Newton?! - disse ele, separando- os e empurrando Isaac. - Seu covarde. - vociferou Mark.

- Eu não quero confusão, deixa disso. Você está bêbado, imbecil. - Isaac o empurrou, não era sua intenção empurrá-lo brutalmente, mas descontrolou-se, fazendo Mark cair no chão.

- Ah, seu 'nerdzinho', eu vou acabar com você. - Mark se levantou, Isaac afastou-se, imaginando logo se chegasse a casa com olho roxo, sua mãe ficaria uma fera. Antes que pudesse piscar, Mark já estava em cima dele, socando suas bochechas, Joe esmurrou as costas dele acima do seu melhor amigo. Assim que conseguiu tirá-lo, Isaac suspirou forte, abrindo os olhos e com sua vista totalmente embaçada, as luzes unindo-se, logo depois se afastando e assim sucessivamente.

- Quem é o imbecil agora? - falou Mark feliz consigo mesmo, mas Isaac não deu atenção, estava confuso ao ver o resultado do movimento que as luzes faziam.

- Newton? - as mãos de Joe apertavam os braços de Isaac. - Você tá bem, cara? Responde-me!

- Estaria melhor se não estivesse apertando meus braços, solta, cara. - suspirou pesadamente. Joe soltou, segurando o pulso de Isaac para levantá-lo. Assim que conseguiu recuperar o equilíbrio, Isaac voltou a encarar as luzes no teto.

- É ISSO! - gritou. Joe se assustou do seu lado.

- Isso o quê? Não diz que quer se vingar do Mark, Newton. - perguntou Joe com preocupação aparente.

- Não cara. Eu acabei de ter uma ideia do que fazer para a feira. - bufou como se isso fosse óbvio.

No dia seguinte, Isaac iniciou sua busca sobre as cores, e se interessou pelas cores luz. Em uma dessas pesquisas ele, curioso, viu que o arco-íris era formado através de um fenômeno chamado Refração, fez suas anotações em uma folha, e quando terminou, respirou pesadamente e se afastou do computador, pôs suas mãos por detrás da cabeça, ponderando como começar, foi então que olhou fixamente para a janela vendo um pequeno arco-íris sendo formado pela mesma, voltou- se para o computador e encontrou

um objeto chamado prisma, que era feito de vidro e pensou que possivelmente ele poderia fazer o mesmo que uma janela. Então, pegou seu casaco e saiu a procura do tal objeto, chegando a casa com o prisma já nas mãos, ele o analisou bem e o colocou em frente à janela na esperança de que sucedesse o mesmo que ocorreu mais cedo, mas não aconteceu nada, se direcionou ao computador novamente em busca de alguma informação que o ajudasse.

- Droga! Não encontro nada aqui - disse irritado.

Observou a peça em suas mãos e chegou à conclusão de que talvez precisasse fazer algo diferente com aquilo, em vez de só colocá-lo em frente à janela.

- E se... - murmurou para si. - Talvez isso dê certo...

Depois de algumas tentativas e um dedo machucado, Isaac fez uma pequena abertura em sua janela, pintou todo o restante da janela de preto e para um melhor acabamento a cobriu com um tipo de papel preto. Era noite, conseqüentemente não poderia mais usar a luz do sol para seu experimento, portanto decidiu continuar no dia seguinte. Chegou à escola já atrasado, mesmo assim torceu para que a manhã passasse o mais rápido possível, estava ansioso para concluir seu trabalho. Finalmente tinha acabado todas as aulas, pegou suas coisas e saiu quase correndo da sala, nem parou para falar com seus amigos, mas no corredor foi parado por Kimberley.

- Então Isaac, já terminou seu trabalho?

- Ah, ainda não, Sra. Stone, mas já está quase concluído.

- Espero, não quero ter que reprova-lo este ano - disse ela com um tom de reprovação.

- Está bem - respondeu Isaac revirando os olhos, alheio a sua reprovação.

Kimberley virou e se direcionou a sala dos professores, e Isaac seguiu seu caminho. Chegando a casa, ficou impressionado ao perceber que a luz atravessou o prisma de modo que o branco se dividiu em várias cores, então quando percebeu que ainda estava parado na porta de seu quarto apenas observando o "arco-íris", entrou e pegou sua câmera e tirou fotos de vários ângulos do prisma.

- Finalmente! - suspirou felizmente por seu experimento ter dado certo.

Sentado, observando seu pequeno arco-íris, as chamou de *espectro*, curioso, pegou outro prisma e o colocou em frente ao que já estava em posição, não aconteceu nada, mas quando o inverteu, as cores formaram o branco novamente, então fez uma última provação, colocando um papel cartão com um buraco no meio, entre os dois objetos, e analisou intrigado quando somente uma cor o atravessava mantendo sua tonalidade original quando passava pelo segundo prisma, com isso estabeleceu que as cores do espectro fossem puras, pois não eram formadas por outras como o branco. Ele pegou papel e caneta e depois de muitos papéis rasgados e amassados, conseguiu finalizar sua teoria. Faltando apenas quatro dias para feira, Isaac já tinha em mãos sua teoria e seu experimento para comprova- lá, só precisava agora da aprovação de sua professora. Mas uma manhã se passou, e Isaac esperou todos saírem de sala para falar com Kimberley.

- Eh... Oi Sra. Stone, lhe trouxe minha teoria, para me dizer se está boa para apresenta- lá. - ele lhe entregou um papel com suas anotações, e a encarou enquanto ela o lia.

- Isso é com certeza uma descoberta e tanto, claro que pode apresenta- lá, mas você não pode esquecer que precisa exibir o experimento que a comprove- a.

- Tudo bem, eu já o tenho pronto. - respondeu animado, na porta, Sra. Stone o parou dizendo:

- Ah, Isaac, parabéns! Eu sabia que era capaz. - Isaac agradeceu com um aceno, sem graça pelo elogio e fechou a porta atrás de si.

Era o dia da apresentação, ele e Joe foram para a quadra da escola montar seus stands, chegando ao local os dois se separaram e Isaac procurou um lugar bem perto das áreas abertas e montou o que parecia uma barraca preta, fez o mesmo que em sua janela, um pequeno orifício na parte detrás da mesma, de modo que a luz que transcorria pelas grades e logo depois pelo buraco, encontrasse o prisma para que assim ocorresse a dispensação do branco. Envoltos pôs quadros que exibiam sua teoria, junto a imagens para reforçar o seu ponto de vista.

- Aqui vocês podem contemplar a decomposição da cor branca e ainda entenderem o que acontece, para que seja formado o arco-íris, apenas imaginem uma gota d'água no

lugar desse prisma... - Disse nervoso, quando o primeiro grupo entrou, já abismado com cena a sua frente, então continuou sua apresentação.

-... Por isso posso afirmar a vocês que a cor branca na verdade não é exatamente uma cor, já que precisa de outras 7 para existir... - continuou a explicação da maneira mais fácil, para que todos o entendessem. -... Cada cor luz desse espectro possui um comprimento de onda, desvio e velocidade diferente, portanto suas tonalidades também são diferentes. Compreendendo isso e sabendo que a família do vermelho tem maior velocidade que a família do azul, algum de vocês consegue me dizer qual cor tem menor desvio e qual tem um maior desvio? - perguntou empolgado.

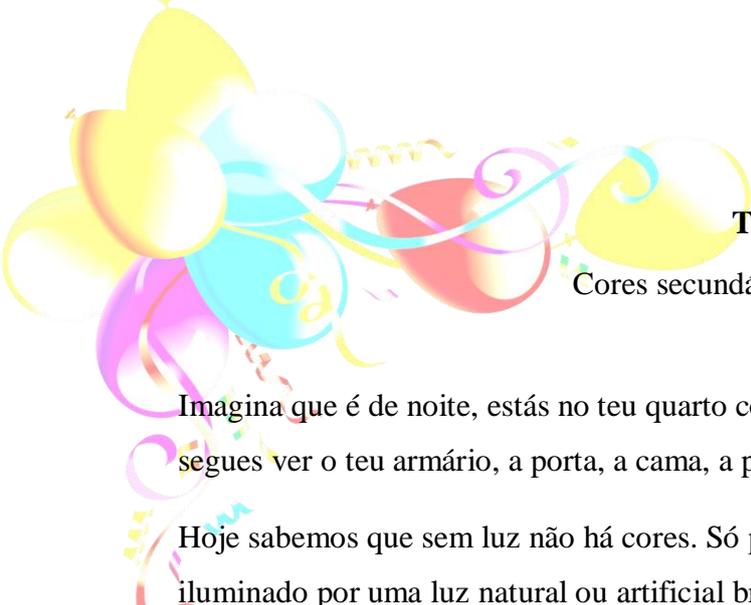
- Acho que a família do vermelho por ter maior velocidade não precise se desviar tanto, quanto a família do azul que por ser mais lento, talvez precise de algum desvio. - arriscou alguém do grupo, interrompendo as murmurações.

Que para surpresa de Isaac, era Anne, e imediatamente ficou mais extasiado com a situação.

- E você está certa, Santa Storer. - falou sorrindo. - Mas, para ser mais específica, a cor que tem menor desvio é o vermelho, por ter seu comprimento de onda bem maior, e por suas ondas serem bem menores, o violeta tem um desvio bem maior que os demais.

Ao fim de sua apresentação, perguntou se o grupo tinha alguma dúvida, e um aluno indagou:

***- O branco, definitivamente, só pode existir a partir da mistura de 7 cores? Não há outra maneira de simplifica-
-lô?***



Texto 4

Cores secundárias ou subtrativas

Imagina que é de noite, estás no teu quarto com as luzes apagadas, totalmente às escuras. Consegues ver o teu armário, a porta, a cama, a porta ou alguma outra coisa?

Hoje sabemos que sem luz não há cores. Só podemos ver a cor real de um objeto quando está iluminado por uma luz natural ou artificial branca. Na natureza, tudo é composto de elementos químicos. Cada objeto tem propriedades diferentes que são caracterizadas por diferentes graus de absorção e de reflexão da luz.

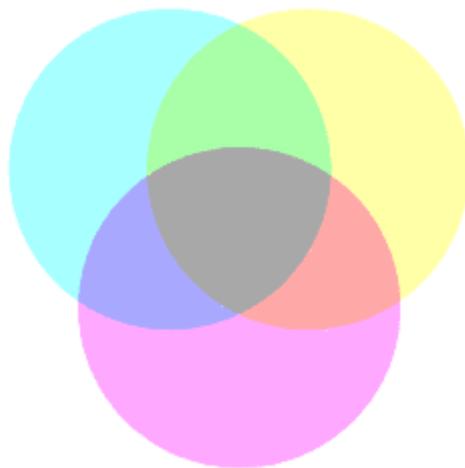
As tintas contêm pigmentos coloridos, que tem a capacidade de selecionar a luz que nelas incide, quer dizer que quando o pigmento é vermelho, tem a capacidade de absorver todas as radiações exceto a cor vermelha.

A mistura subtrativa de duas cores vai resultar numa outra cor, ou tom, menos luminoso relativamente às duas que a formam, por exemplo, se a tinta verde juntar coma tinta vermelha, a resultante não consegue refletir nenhuma das cores que a constituem.

As misturas subtrativas de todas as cores da luz tendem para o negro, em termos teóricos, enquanto que na prática, devido à qualidade das tintas, se obtêm uma cor suja e pardacenta.

O que acontece com o preto?

Em sua opinião qual a importância da cor no seu dia-a-dia? Ela influencia na vida das pessoas? De que forma?



Texto 5

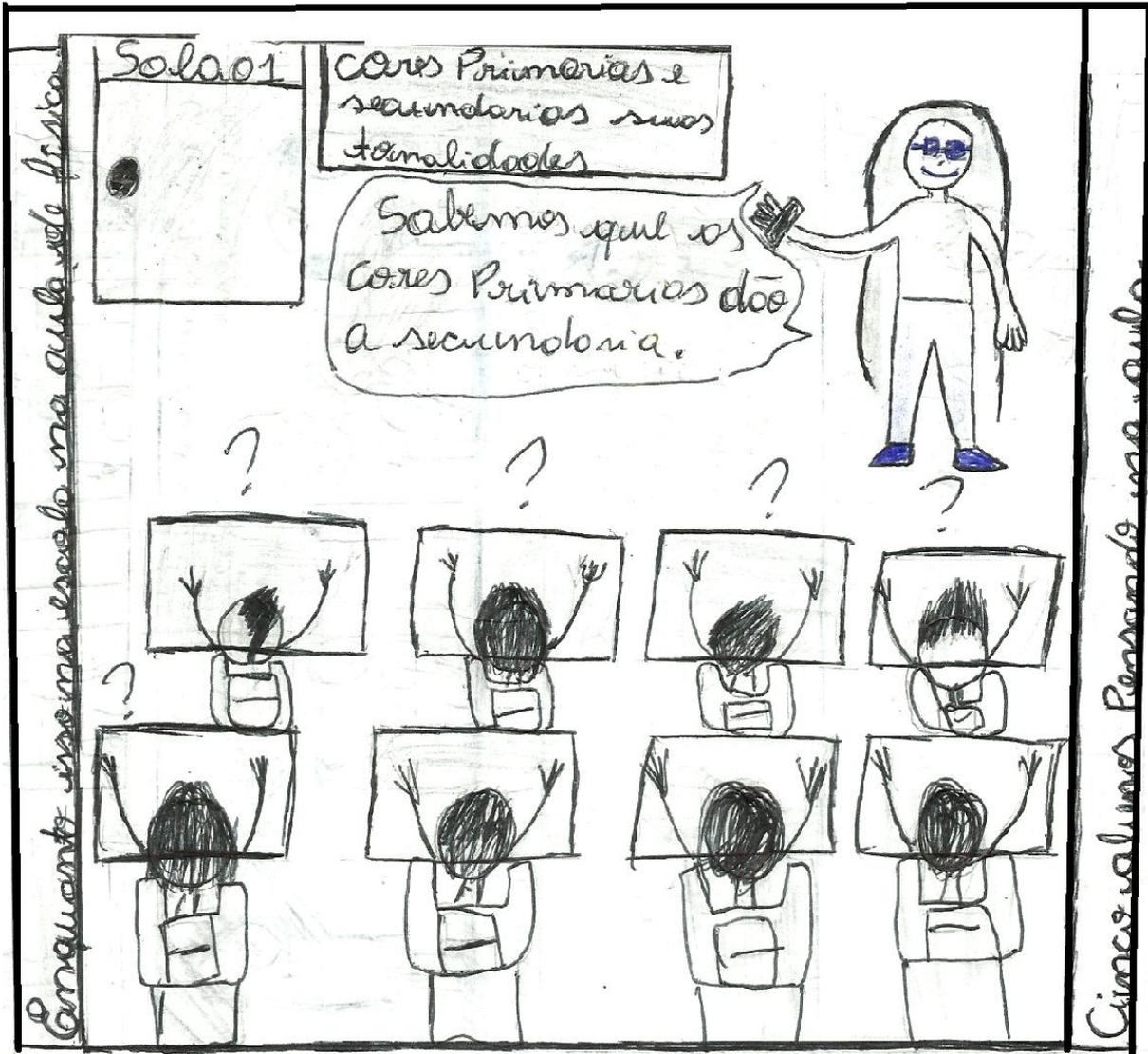
Por que o céu é azul?

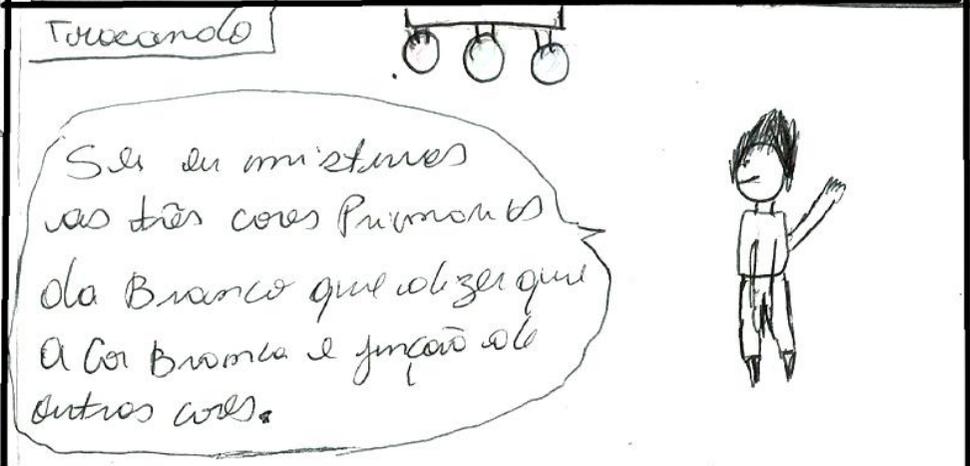
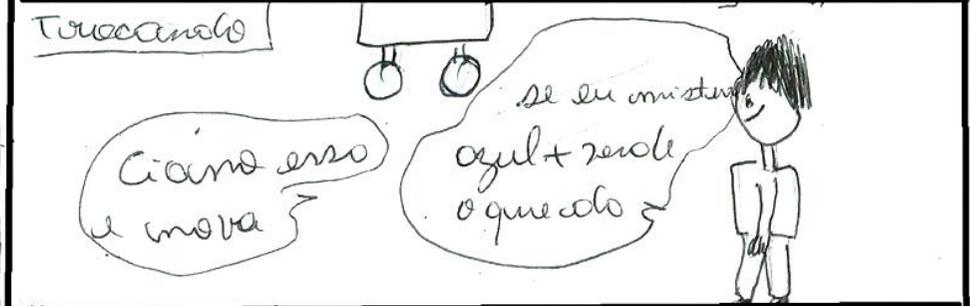
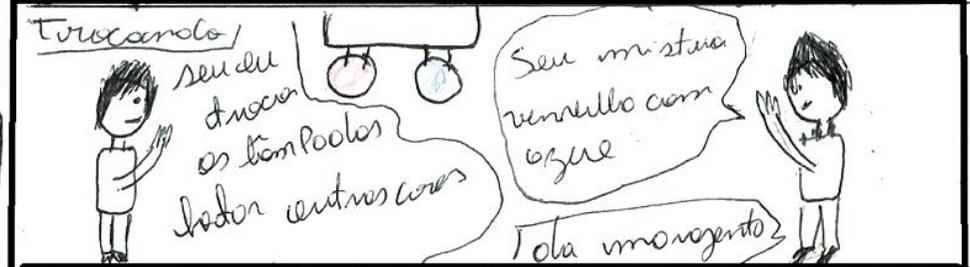
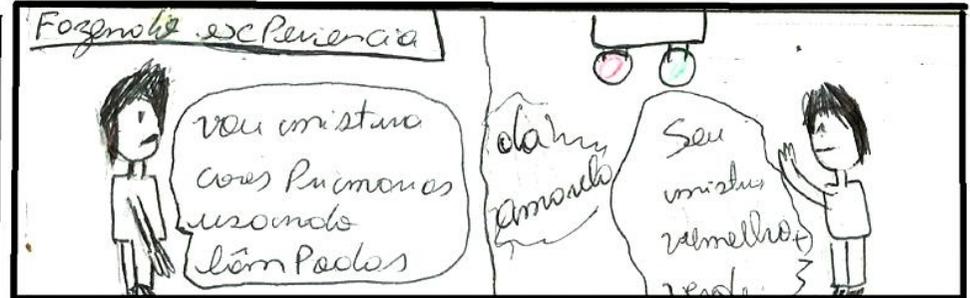
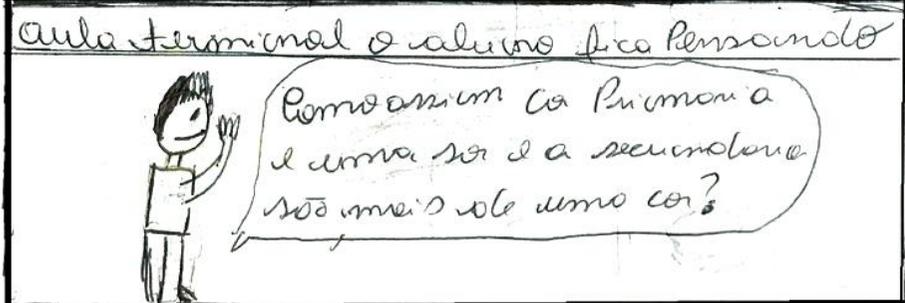
Uma aula de física para alunos do segundo ano, a professora estava explicando sobre as cores. David, um aluno muito curioso ficou com várias dúvidas sobre o assunto. "Como pode o branco ser composto por sete cores?", "Se a luz solar é branca, como pode o céu ser azul?" Sua professora percebendo a clara dúvida em seu olhar resolve fazer uma experiência em um recipiente de vidro ela colocou água, próximo a esse recipiente ela acendeu uma lâmpada e colocou uma lata por cima, com um único feixe de luz saindo em direção ao recipiente, ao apagarem as outras luzes da sala e acrescentarem leite a água, ficou perceptível uma tonalidade azul na água.

Ao terminar a experiência ela pediu que os alunos explicassem o porquê disso na próxima aula. David não conseguia tirar isso da cabeça e ao anoitecer sonhou que visitava o mundo das cores, onde seres desconhecidos explicavam o porquê de cada fenômeno óptico, e ao final dessa viagem surgiu novamente a dúvida. Por que o céu é azul?

Texto 6

A descoberta Curiosa







Film

uma coisa que não entendi
alguém me responder.

O que define uma co Primária
e secundária?