

Tairine Favretto

**UMA PROPOSTA DE ENSINO SOBRE LUZ E CORES EM TURMAS
DE QUARTO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao
Curso de Graduação em Física da
Universidade Federal de Santa Catarina para a
obtenção do Grau de Licenciado em Física.
Orientador: Prof. Dr. Paulo José Sena dos
Santos.

Florianópolis
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Favretto, Tairine

Uma proposta de ensino sobre luz e cores em turmas de quarto ano do ensino fundamental / Tairine Favretto ; orientador, Paulo José Sena dos Santos - Florianópolis, SC, 2014.

94 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas. Graduação em Física.

Inclui referências

1. Física. 2. Ensino de Física. 3. Séries Iniciais. 4. Óptica. 5. Atividades experimentais. I. Sena dos Santos, Paulo José. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Física. III. Título.

Tairine Favretto

**UMA PROPOSTA DE ENSINO SOBRE LUZ E CORES EM TURMAS
DE QUARTO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Este trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do Título de Licenciado em Física, e aprovado em sua forma final pelo curso de Graduação em Física,

Florianópolis, 22 de Julho de 2014.

Prof. Celso Yuji Matuo, Dr
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Paulo José Sena dos Santos, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. José André Peres Angotti, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^a. Sonia Maria Silva Correa de Souza Cruz, Dr^a.
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado a minha família,
amigos e professores.

Agradecimentos

Quero agradecer, primeiramente, a minha família, que sempre esteve ao meu lado nesta longa e difícil caminhada. A minha avó, Nair, em memória, que mesmo por sua idade avançada, sempre me deu forças e me incentivou a seguir meus sonhos, com a cabeça aberta de uma jovem, nunca me deixou desistir, terminar esta fase sem ela é difícil, porém mesmo assim ela continuará no meu coração pelo resto da minha vida. Aos meus avôs, que são o alicerce de tudo que sou hoje, homens de garra, determinados e superadores. A minha mãe, que apesar de não ter nem um Ensino Fundamental completo, nunca deixou que eu desistisse, e sempre proporcionou o possível para que eu chegasse o mais alto possível. Ao meu pai, que é minha inspiração de ser humano, um homem justo e amoroso, que sempre esteve do meu lado, com seus conselhos e advertências. A minha irmã, Thalia, a quem eu quero servir de espelho, mostrar que basta querer e batalhar para conquistarmos o mundo. Ela é também, além de irmã, uma amiga que eu amo incondicionalmente. Enfim, a todos meus tios e tias, primos e primas, que me viram sair de casa para realizar um sonho, e que sempre me ajudaram e me apoiaram nesta caminhada.

Aos professores de toda a graduação, que sempre foram muito atenciosos e preocupados com a nossa formação. Mas, principalmente, ao Prof. Dr. Paulo José Sena dos Santos, que abraçou esta proposta e que se disponibilizou a me orientar. Também queria agradecer a Prof. Dr. Tatiana da Silva, que foi minha orientadora do PIBID durante quatro anos, e que fez um papel muito importante para a minha formação docente.

As professoras dos quartos anos do Colégio de Aplicação, que me receberam de braços abertos, proporcionam as condições necessárias para a aplicação da proposta, e ainda contribuíram muito para a realização e melhora deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas, que estiveram comigo nesta caminhada. A Débora, minha amiga de infância que sempre esteve comigo mesmo a distância, com suas palavras confortadoras. A Daiana, João e Kleber que são meus colegas e amigos desde o início da graduação. As meninas: Angelise, Evelyn e Mara, e aos meninos: Lucas e Pedro, por me aturarem, e por entenderem as inúmeras vezes que não pude estar presente por causa dos estudos. A Camila e Israel, que conheci durante a graduação e vou ter o prazer de terminar esta fase junto deles. Enfim a todos estes, e mais outros que ficaria impossível citar aqui, o meu muito obrigado, por se fazerem presentes na minha vida, por serem a minha família aqui em Florianópolis. Eu amo vocês.

“Não basta ensinar o homem uma especialidade. Porque se tornará assim uma máquina utilizável, mas não uma personalidade. É necessário que adquira sentimento, um senso prático daquilo que vale a pena ser empreendido, daquilo que é belo, do que é moralmente correto. A não ser assim, ele se assemelhará, com seus conhecimentos profissionais, mais a um cão ensinado do que a uma criatura harmoniosamente desenvolvida. Deve aprender a compreender as motivações dos homens, suas quimeras e suas angústias para determinar com exatidão seu lugar exato em relação a seus próximos e à comunidade.” (Como eu vejo o mundo, Albert Einstein).

RESUMO

O ensino de física no ensino fundamental (EF) vem sendo discutido há algum tempo entre os pesquisadores da área do ensino de física, como por exemplo, os trabalhos de Lima e Takahashi (2013), Schroeder (2007), Rosa, Rosa e Pecatti (2007) Campos et al (2012), como sendo de suma importância no desenvolvimento do pensamento crítico e científico das crianças. Neste caso a Física pode ser inserida no EF de maneira em que as crianças comecem a se familiarizar com o pensamento investigativo e científico, e incentive os alunos a serem aptos a tomar decisões, a elaborar hipóteses para a resolução de problemas e ainda conseguir alguma associação com o seu cotidiano. O que pode contribuir para a formação do futuro cidadão pensante e ativo na sociedade. O ramo da física escolhido para se abordar nesta pesquisa é a Óptica, que geralmente não é trabalhada no EF, exceto em alguns casos onde é comentada no nono ano. Partiremos de questões, como por exemplo: o que é necessário para enxergar? Como enxergamos o mundo colorido? Estas e muitas outras perguntas podem não fazer parte de nossos questionamentos diários, porém ao parar para pensar, tais questões podem intrigar. E apenas com o estudo dos fenômenos ópticos podemos, parcialmente, respondê-las. A partir das questões acima e das concepções prévias dos estudantes mapeadas pela literatura será apresentada uma proposta que possibilite reflexões e questionamentos, com o objetivo de iniciar o desenvolvimento de um pensamento lógico e crítico acerca de algumas situações cotidianas. Também serão apresentadas uma breve discussão e análise, com base nos registros escritos dos eventos ocorridos em sala e das opiniões dos alunos sobre as atividades realizadas e a oportunidade de se estudar Física no quarto ano.

Palavras-chave: Ensino de Física, Óptica, Séries Iniciais.

ABSTRACT

Physics teaching in basic education (BE) has been awhile discussed among the physics teaching researchers, as in the works from Lima and Takahashi (2013), Schroeder (2007), Rosa, Rosa and Pecatti (2007), and Campus et al (2012), being, so, mandatory for the development of the critic and scientific thinking in children. In this case, Physics can be inserted in BE for the children to start getting acquainted to scientific and investigative thinking, and encourage the students to be capable of making decisions, formulate hypothesis for problem solving and even succeed in associating it with their living. That may contribute for their formation as thinking and active future citizens. The chosen Physics branch is Optics, usually not worked in BE, except in some cases when is commentated in ninth year. We will start with some questions, as: What is necessary for seeing? How do we see the world colorful? These and many other questions may not be part of our everyday questions, however, when we stop and think these questions may intrigue. And only with the studies of the optical phenomena we may, partially, answer them. From the questions above and the previous student's conceptions mapped through literature, a proposal will be presented to make reflections and questioning possible, with the objective of initiating the development of logical and critical thinking about some everyday situations. Also, a short discussion and analysis will be presented, based on written records of the events occurred in classroom and student's opinion about the activities performed and the opportunity of studying Physics in forth year.

Keywords: Physics teaching, Optics, Initial Series

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelos de visão de crianças, retirados do artigo Goulart, Dias e Barros (1989).	28
Figura 2: Espectro Eletromagnético	31
Figura 3: Comprimento de onda e frequências da luz visível.....	32
Figura 4: Dispersão da luz branca em um prisma	34
Figura 5: Absorção da luz por diferentes objetos.....	35
Figura 6: Cores primárias.....	36
Figura 7: Frentes de ondas planas.	37
Figura 8: Fenda com diâmetro grande em relação ao comprimento de onda... 37	
Figura 9: A frente de onda atinge uma barreira em que há uma pequena abertura	38
Figura 10: Sombra de uma pessoa exposta ao Sol.	39
Figura 11: “Partes” da sombra.	39
Figura 12: Desvio da luz ao entrar na atmosfera.....	53
Figura 13: Passagem da luz pelo vidro. (A luz visível passa pelo vidro, porém a ultravioleta e o infravermelho não conseguem passar, e ficam "retidos" pelo vidro por certo tempo).	56
Figura 14: Ilustração da caixa por fora	77
Figura 15: Ilustração da caixa por dentro com a lanterna acesa.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Gosto dos alunos sobre as atividades.....	61
Tabela 2: Subcategorias da caixa.....	63
Tabela 3: Subcategorias do Prisma.....	64
Tabela 4: Subcategorias do Disco de Newton.....	65
Tabela 5: Outras atividades mencionadas.....	66
Tabela 6: Gosto pela Física no 4º ano.....	66
Tabela 7: Por que gostaram de ter Física?.....	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EF – Ensino Fundamental

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

EM – Ensino Médio

ES – Ensino Superior

CA – Colégio de Aplicação

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	23
2 CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS MAPEADAS PELA LITERATURA.....	27
2.1 A importância das atividades experimentais para a proposta.....	28
3 UM POUCO SOBRE A LUZ.....	31
3.1 MATERIAIS TRANSPARENTES	32
3.2 DISPERSÃO	33
3.3 MATERIAIS OPACOS.....	34
3.4 SOMBRAS	36
4 PROPOSTA DE INTERVENÇÃO	41
4.1 OBJETIVOS GERAIS	42
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	42
5 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	45
6 APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES	49
7 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO APLICADO	61
7.1 EXPERIMENTO MAIS INTERESSANTE SEGUNDO OS ALUNOS.....	61
7.1.1 Experimento da Caixa	62
7.1.2 Experimento do Prisma	63
7.1.3 Disco de Newton	64
7.1.4 Outros.....	65
7.2 O QUE VOCÊ ACHOU DE TER FÍSICA NO 4º ANO?	66
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
9 REFERÊNCIAS.....	73
ANEXO A - EXPERIMENTOS	77

ANEXO B - SLIDES.....	80
ANEXO C - PLANOS DE AULA	82
ANEXO D – QUESTIONÁRIO	90
ANEXO E – CARTA DE INFORMAÇÃO SOBRE O TRABALHO E TERMO DE COMPROMISSO LIVRE E ESCLARECIDO.....	92

1 INTRODUÇÃO

Vários estudos, como Lima e Takahashi (2013) e Campos et al (2012), apontam que a disciplina de ciências que é ministrada no Ensino Fundamental (EF), por muitas vezes, deixa de lado os conteúdos tanto de Física quanto de Química, para trabalhar apenas com a Biologia. Porém, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 1997) para o EF, o ensino de ciências deve ser voltado para um conhecimento que colabora para a compreensão do mundo e suas transformações. Deste modo, o ensino de ciências no EF deve contribuir para a formação do pensamento crítico.

Mas atualmente o quadro visto no EF, é de que o ensino de ciências fica voltado mais para a memorização, fazendo com que os alunos não tomem o gosto pela ciência e não contribuindo, assim, para a formação do pensamento lógico e científico dos mesmos.

Porém a Física, quando abordada no EF, pode contribuir a para a construção do conhecimento científico, pois com ela conseguimos compreender uma parte da natureza que nos cerca, e também faz com que olhamos o mundo mais criticamente.

Podemos observar que quando a Física é aplicada no EF, no nono ano, parece ser de forma meramente preparatória para o Ensino Médio (EM), e não relaciona os fenômenos físicos cotidianos com o conteúdo ministrado, o que não contribui em nada para a formação do pensamento lógico e crítico dos alunos, sendo que esse é o papel fundamental do ensino de ciências, segundo Schroeder (2007).

“...o que a física tem de mais fundamental: é o fato de ser o mais básico dos ramos da ciência. Adotando-se uma perspectiva mais ampla a respeito dos propósitos do ensino e da física, pode-se identificar nesta uma oportunidade singular para que as crianças desenvolvam sua autoestima através da vivência de situações ao mesmo tempo desafiadoras e prazerosas...”(Schroeder, página 89, 2007).

Ou seja, a Física pode ser aos poucos inserida no EF, desde as séries iniciais, de maneira que os estudantes comecem a se familiarizar com o pensamento investigativo e científico, e incentive os alunos a serem aptos a tomar decisões, a elaborar hipóteses para a resolução de problemas e ainda conseguir alguma associação com o seu cotidiano. E isso pode contribuir para a formação do futuro cidadão pensante e ativo na sociedade.

Porém, nas séries iniciais os fenômenos físicos deixam de ser trabalhados, pois, geralmente, os professores não receberam a formação necessária para ministrar aulas sobre os conteúdos de física, como menciona Campos et al (2012), e, por vezes, os livros não trazem os conteúdos relacionados.

Os professores ainda podem se sentir acanhados para falar sobre assunto, devido a suas experiências anteriores com o ensino de ciências, e mais especificamente em como “aprenderam” Física. Como podemos ver, quando Monteiro e Teixeira (2004), escrevem que:

“...Cada professor tem sua história, e cada história tem muitos professores, professoras, amigos, diretores, livros, atividades, avaliações, alunos, alunas, sucessos, derrotas, alegrias, inseguranças, frustrações, etc. Cada história conta muitas histórias, e elas ficam arquivadas nas memórias de cada docente, não apenas como lembrança de tempos que não voltam mais, mas como indicadores que atuam inconscientemente, condicionando hábitos, definindo atitudes e determinando ideias, convicções, modos de agir e seu saber pedagógico...”(Monteiro e Teixeira, página 9, 2004).

Campos et al (2012) trazem em sua pesquisa a união de situações problemas às atividades experimentais, numa proposta de ensino de física nas séries iniciais. Para os autores essa união pode tornar o ensino prazeroso e divertido, além de trazê-los mais perto da alfabetização científica, já que coloca os estudantes próximos da ciência fazendo com que cause, talvez, um maior interesse por ela.

Para que o mencionado acima aconteça, a disciplina de física deve ser ministrada de forma lúdica, utilizando de instrumentos e experiências para que os estudantes possam olhar e tocar, pois:

“...A física possibilita atividades em que as crianças ajam sobre os materiais utilizados, observem o resultado de suas ações e reflitam sobre suas expectativas iniciais, reforçando ou revendo suas opiniões e conclusões...”(Schroeder, página 91, 2007)

O ramo da física escolhido para se abordar neste trabalho é a Óptica, que geralmente não é trabalhada no EF, exceto em alguns casos onde é comentada no nono ano ou em trabalhos de pesquisa de ensino, como em Andrade (2005), Dietrich, Becker e Batista (2010), entre outros. Porém, a

realidade das escolas brasileiras nos mostra que a Óptica é, na maioria das vezes, deixada de lado.

No EM, depende de como as escolas se organizam para ministrar esse conteúdo, que as vezes fica no primeiro, ou no segundo ou ainda no terceiro ano, isso se der tempo, pois a falta do mesmo é a principal causa para que haja o abandono da óptica. Quando o conteúdo é abordado, na verdade, pelo que é observado nos livros didáticos do EM, apenas é tratada a óptica geométrica, já que é um assunto relativamente fácil, e se apresenta de forma descontextualizada em relação ao cotidiano dos alunos, só levando em conta as fórmulas matemáticas e deixando de lado os fenômenos físicos envolvidos, isso acaba tornando a Física desinteressante perante aos estudantes.

Apesar de no EF o ensino da Física ocorrer, geralmente, no nono ano, observa-se que alguns autores, como Secco (2011) e Motta (2011), possibilitam a abordagem de alguns tópicos como: Formas de energia, Calor, Eletricidade e Magnetismo, Sistema Solar e Universo, já no quinto ano. Estes conceitos se apresentam de uma forma sucinta, mas a priori já podem ser inseridos um pouco mais cedo na vida dos estudantes. Contudo, essa inserção vai depender muito de quanto o professor em exercício é apto a trabalhar tais conceitos físicos. E, como já mencionado anteriormente, as pesquisas (Monteiro e Teixeira, 2004 e Campos et al, 2012) mostram que a maioria dos professores que atuam nas séries iniciais não se sentem a vontade em discutir os conceitos físicos com seus alunos.

A Óptica está presente todos os dias na vida das pessoas. No mundo em que vivemos os fenômenos ópticos aparecem por toda parte, e das formas mais diferenciadas. Para Andrade (2005), a importância em se trabalhar a Óptica, neste caso na oitava série do EF, é que ela possibilita uma abordagem diferenciada e interdisciplinar, com implicações nas áreas de Física, Química, Educação Artística e Biologia.

Ao aproximar o assunto aos estudantes das séries iniciais, nos quais se constituem o público alvo deste trabalho, podemos tratar de algumas questões como, por exemplo, como enxergamos, ou melhor, o que é necessariamente preciso para enxergar? Por que e como conseguimos diferenciar tipos de cores? Estas e muitas outras perguntas podem não fazer parte de nossos questionamentos diários, porém ao parar para pensar, tais questões podem intrigar. E com o estudo sobre os fenômenos ópticos poderemos, parcialmente, respondê-las.

A partir das questões acima e das concepções prévias dos estudantes mapeadas pela literatura será apresentada uma proposta que possibilite reflexões e questionamentos, com o objetivo de iniciar o desenvolvimento de um pensamento lógico e crítico acerca de algumas situações cotidianas. Também serão apresentadas uma breve discussão e análise, com base nos

registros escritos dos eventos ocorridos em sala e das opiniões dos alunos sobre as atividades realizadas e a oportunidade de se estudar Física no quarto ano.

2 CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS MAPEADAS PELA LITERATURA

Na literatura encontram-se mapeadas diversas concepções espontâneas sobre luz e cores em crianças, que serão sintetizadas nesta seção.

O trabalho de Goulart, Dias e Barros (1989) fala das concepções alternativas que foram mapeadas, de crianças, entre 6 e 13 anos a cerca das propriedades da luz. Neste estudo, as autoras buscaram investigar a natureza da luz; suas propriedades: cor, trajetória, velocidade de propagação; relação dos três fatores intervenientes do processo de visão: fonte, receptor e objeto – reflexão difusa por objetos opacos; reflexão da luz; reflexão, transmissão e absorção da luz branca – com o uso de filtros – e as cores. Com o objetivo de conhecer as ideias e a linguagem das crianças sobre esse conjunto particular de fenômenos com a utilização da classificação criada por Piaget, que distingue cinco tipos de resposta¹, e a partir desta classificação as pesquisadoras buscaram obter informações de “como as crianças explicam o processo de visão”.

A pesquisa se deu através de entrevistas compostas por perguntas chaves e atividades concretas de acordo com o método piagetiano¹. As entrevistas foram individuais, com duração de cerca de trinta minutos, de forma diretiva e não-diretiva.²

Os resultados obtidos com a pesquisa de Goulart, dias e Barros (1989) foram:

- 1) A luz tem diferentes propriedades de acordo com sua origem: a luz natural (associada a “claridade” pelas crianças) e luz artificial (relativa à “luz-energia” pelas crianças). Esses conceitos encontram-se claramente diferenciados pelas crianças.
- 2) As crianças se mostraram familiarizadas com os espelhos desde pequenas, e entendem a reversibilidade do caminho da luz.
- 3) Para as crianças mais novas (6 à 9 anos) a cor da luz é criada dependendo do filtro que ela for exposta. Já para as crianças um pouco

¹ No apêndice A do trabalho de Goulart, Dias e Barros (1989) o método piagetiano utilizado se trata de cinco tipos de respostas classificadas por Piaget.

² Diretiva: situação no laboratório, onde permite o manuseio e a observação, afim de incentivar e satisfazer a curiosidade dos alunos, e depois é feito um conjunto de perguntas sobre estas atividades.

Não-diretiva: Apresentação direta de fenômenos, e a partir deles perguntas as crianças como elas os explicariam.

mais velhas (10 a 13 anos), mostram a ideia de que “alguma coisa” já estava “dentro” da luz.

- 4) Poucas crianças reconhecem que existe um “caminho” que a luz percorre, ou seja, para elas a luz está “dentro da fonte” ou “dentro do objeto”.

Também foi observado, que muitas crianças entendem reflexão como a luz sendo reenviada pelo espelho, e não reconhecem a reflexão dos objetos opacos.

Os estudantes geralmente não identificam a luz como parte necessária, e fundamental, para a visão, eles associam o olho como sendo a parte principal do processo. As respostas dadas pelas crianças sobre seus modelos de visão foram obtidas através de desenhos, mostrados na figura 1, retirada do texto.

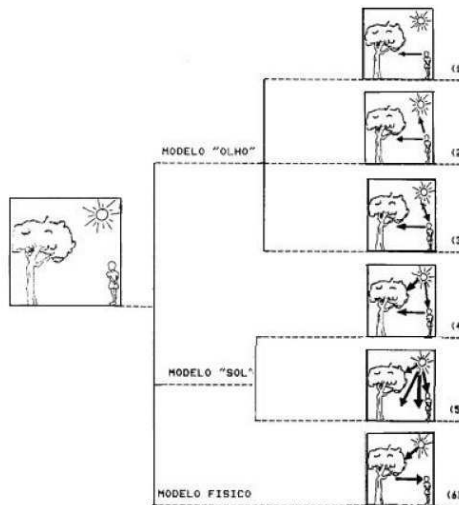


Fig. 1 Modelos de visão

Figura 1: Modelos de visão de crianças, retirados do artigo Goulart, Dias e Barros (1989).

Algumas das concepções espontâneas mapeadas serão levadas em conta em nossa pesquisa, a fim de utilizá-las na análise.

2.1 A importância das atividades experimentais para a proposta.

As atividades experimentais, tanto no EF, quanto nos EM e Ensino Superior (ES) às vezes são apresentadas de forma compactada onde os alunos apenas seguem os passos descritos em um roteiro prévio, para “comprovar”

uma teoria. Isso não quer dizer que este método não seja válido, porém devemos tomar um pouco de cuidado ao introduzi-lo no processo de ensino-aprendizagem, que atualmente difere daquele processo tradicional que considerava o aluno como uma “tabula rasa”, como menciona Pinho Alves (2002).

A atividade experimental precisa ir além da observação direta das evidências e da manipulação de materiais, ela deve ser capaz de oferecer condições para a elaboração e testes de hipóteses, e assim contribuir realmente para a construção do conhecimento, como citam Zanon e Freitas (2007):

“A atividade experimental deve ser desenvolvida, sob orientação do professor, a partir de questões investigativas que tenham consonância com aspectos da vida dos alunos e que se constituam em problemas reais e desafiadores” (Zanon e Freitas, 2007).

Neste tipo de experimentação o papel do professor é ser um mediador, pois como menciona Schoeder (2007): *“a presença de uma pessoa mais experiente é fundamental para a orientação, exploração de conteúdos e procedimentos”*. E isso fica ainda mais evidente quando trabalhamos com o EF, pois os estudantes necessitam ainda mais de mediadores.

É de suma importância deixar que os alunos infiram sobre os experimentos e assim consigam observar os resultados de suas ações, formular hipóteses com o intuito de rever ou reforçar suas expectativas iniciais e assim chegarem a uma conclusão. Pois como cita Pinho Alves (2002):

“Um processo de ensino que se inspire na concepção construtivista, não terá como justificar um papel passivo do estudante quando da realização de uma atividade experimental. No entanto, sua participação ativa, deve ser entendida não apenas quando é exigida alguma tarefa motora, mas também no processo de negociação do saber. A possibilidade de agir no processo de negociação do saber é a característica mais importante dentro de uma visão construtivista.”(Pinho Alves, 2000).

Neste caso, a Física possibilita a inserção destes tipos de atividades investigativas, que são essenciais para o desenvolvimento do pensamento lógico e crítico.

Durante as intervenções deste trabalho, nos utilizaremos desta visão construtivista, para partir, geralmente, de questões relacionadas à luz, e os alunos apresentarão, discutirão e registrarão suas hipóteses, após esta etapa

será (ão) feito(s) experimento(s), afim de que os estudantes interfiram sobre os mesmo para confrontar ou corroborar com suas ideias iniciais. Depois a feitura dos experimentos, os resultados e as hipóteses serão discutidos para assim chegarmos, em conjunto, a uma conclusão.

3 UM POUCO SOBRE A LUZ

A parte da Óptica a ser trabalhada será voltada para o papel do meio sobre o caminho da luz, como ela interage nos objetos transparentes e opacos, isto é, como ocorre a absorção, reflexão e transmissão, e ainda sobre a propagação retilínea da luz e a produção de sombras, e para isso será discutido ao longo desta seção, um pouco sobre o comportamento da luz.

Sabemos que o comportamento da luz é dual e se divide entre ondulatório e corpuscular, dependendo do fenômeno que estamos analisando. O modelo clássico da onda eletromagnética fornece uma explicação adequada para a propagação e interferência da luz, enquanto o efeito fotoelétrico e outros experimentos que envolvem a interação da luz com a matéria são melhores explicados supondo-se que a luz é uma partícula. Neste trabalho vamos nos concentrar nas propriedades da luz que podem ser explicadas satisfatoriamente pelo modelo ondulatório. Então podemos dizer que a luz é, neste caso, uma onda eletromagnética.

As ondas eletromagnéticas, no vácuo, se propagam com a mesma rapidez, conhecida como a velocidade da luz 300.000 km/s, porém diferem entre si nas suas frequências. A classificação das ondas eletromagnéticas, baseada na frequência e no comprimento de onda, constitui o espectro eletromagnético, representado na figura 2.

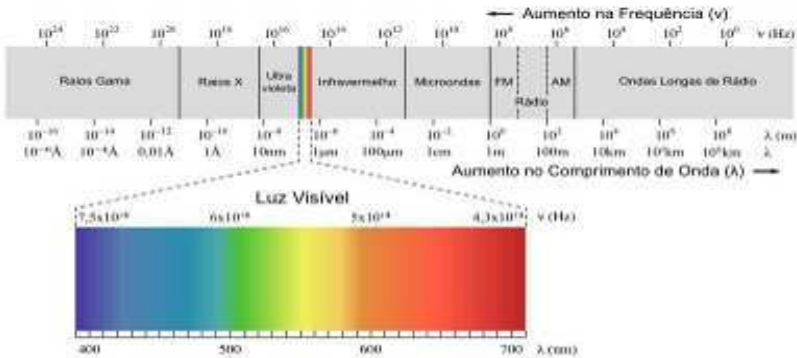


Figura 2: Espectro Eletromagnético -

<http://admiradoresdafisica.blogspot.com.br/2012/03/espectro-eletromagnético.html> -

Podemos observar que a região da luz visível é muito pequena, na verdade ela constitui apenas 1% do espectro eletromagnético. As frequências mais baixas que podemos enxergar aparecem como luz vermelha, e as mais

altas da luz visível são aproximadamente duas vezes maior que a vermelha, e aparecem como luz violeta. Na figura 3, estão as frequências e comprimentos de onda das diferentes sensações de luz, ou cores, que um olho humano normal consegue detectar.



Figura 3: Comprimento de onda e frequências da luz visível -

http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?pagina=espaco%2Fvisualizar_aula&aula=203&secao=espaco&request_locale=es -

É observado que nem todas as cores que conseguimos enxergar estão, necessariamente, presentes no espectro. Esta gama de cores ausentes, são na verdade a combinação destas cores observadas na figura 3. A cor branca também não é uma cor espectral, pois não possui nenhum comprimento de onda específico, mas sim é a composição dos comprimentos de onda do visível de uma forma uniforme.

3.1 MATERIAIS TRANSPARENTES

A luz, quando vista como uma onda eletromagnética, transporta energia, que se origina nos elétrons oscilantes existentes nos átomos. Quando é transmitida através de um material, ela interage com os elétrons presentes no material, e estes são forçados a oscilar. E a maneira como um material receptor responde à incidência da luz depende da frequência da própria luz e da frequência natural dos elétrons no material. Essa frequência natural de

oscilação dos elétrons depende de quão fortemente eles estão ligados a seu átomo ou molécula.

O vidro, por exemplo, permite que a luz visível passe por ele, pois seus elétrons possuem frequência natural de vibração que situa-se na faixa do ultravioleta. As ondas ultravioletas incidem sobre o vidro e entram em ressonância com os elétrons do vidro, e assim alcançam grandes oscilações. A energia que um átomo de vidro recebe é reemitida ou transferida por meio de colisões para seus vizinhos, esses átomos conseguem reter consigo a energia da luz ultravioleta por um grande tempo (± 100 milionésimos de segundo), e isto faz com que o vidro, após um tempo exposto à luz solar, esquente.

Já para frequências mais baixas, tais como a da luz visível, os elétrons do vidro são colocados em vibração, porém com uma amplitude menor, e assim não entram em ressonância. Eles retêm energia por menos tempo, o que dificulta a colisão com os átomos vizinhos fazendo com que haja menos transferência de energia térmica. A energia dos elétrons oscilantes, então, é reemitida em forma de luz, logo o vidro é transparente à luz visível.

As ondas infravermelhas, com frequências mais baixas do que a luz visível, fazem vibrar não apenas os elétrons, mas também os átomos ou moléculas inteiras da estrutura do vidro. Essas vibrações aumentam a energia interna e a temperatura da estrutura, dizemos então que o vidro é transparente a luz visível, mas não ao ultravioleta e ao infravermelho.

3.2 DISPERSÃO

Como comentamos acima, a rapidez da luz em um meio transparente depende da sua frequência, ou seja, a luz cujas as frequências se igualam às frequências naturais, ou de ressonância, das oscilações dos elétrons nos átomos e moléculas do meio transparente, é absorvida.

Sabemos que a frequência natural ou de ressonância da maior parte dos materiais transparentes se situa na região do ultravioleta do espectro, então a luz de alta frequência se propaga mais lentamente do que a luz de frequência mais baixa. A luz violeta se propaga cerca de 1% mais lentamente no vidro comum do que a luz vermelha, as ondas luminosas com cores entre o vermelho e o violeta se propagam com seus próprios valores de rapidez intermediários.

Como as diferentes frequências da luz se propagam com diferentes valores de velocidade em materiais transparentes, elas se refratam em graus diferentes. Quando a luz vermelha é refratada duas vezes, como em um prisma³, veja na figura 4, vemos que a separação existente entre as diversas

³ O prisma desvia a luz incidente para uma direção diferente da original. Porém podemos observar que o desvio não é igual para todas as cores. O feixe violeta é

cores da luz é completamente notável. Essa separação da luz em cores dispostas segundo a frequência é chamada de dispersão.

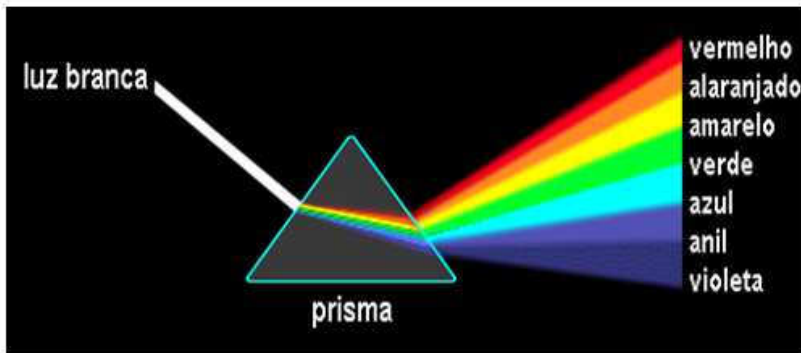


Figura 4: Dispersão da luz branca em um prisma -

<http://profbiriba.blogspot.com.br/2012/02/aula-o-artigo-de-isaac-newton-1672.html> -

3.3 MATERIAIS OPACOS

A maioria dos materiais ao nosso redor é opaco, ou seja, eles não são transparentes a luz visível. Na incidência luminosa há três processos que podem acontecer: reflexão, absorção e transmissão de luz.

Quando uma onda luminosa incide na superfície de um material, suas cargas elétricas são forçadas a vibrar. Se a frequência de oscilação dessa onda eletromagnética for igual a oscilação natural das cargas dos átomos, ou moléculas, que compõe o material, as partículas deste corpo entram em ressonância e vibram com máxima amplitude. Isso faz com que ocorra um

maior e o do vermelho é menor, os outros feixes têm direções intermediárias entre esses.

Vemos que a luz emitida pelo Sol, a luz branca, não é pura, ou seja, é a composição de ondas eletromagnéticas com frequências diferentes.

Ao entrar no prisma e interagir com as partículas dessas substâncias, a luz violeta, por ter uma frequência maior, será mais acentuadamente desviada pelo prisma. Por outro lado, a vermelha, que tem menor frequência, será menos desviada. E, numa ordem crescente de frequências, temos as diversas cores componentes da luz branca sendo desviadas, isto é, dispersas pelo prisma, da vermelha à violeta. É importante ressaltar que a luz que tem maior frequência, tem o menor comprimento de onda, e luz que tem menor frequência irá ter o maior comprimento de onda.

grande número de colisões entre as partículas e assim a energia da radiação incidente irá ser dissipada em forma de energia térmica, e neste caso temos a absorção.

Porém, quando a frequência da luz incidente se situa acima ou abaixo da frequência de oscilação natural do material, a vibração das cargas elétricas de sua superfície ocorre com baixa amplitude, ocasionando poucas colisões com os átomos de sua vizinhança. Com isso, a transferência de energia da onda incidente para a matéria é praticamente nula, fazendo que a frequência de reemissão da onda eletromagnética seja muito próxima a da onda incidente. Esse fenômeno é chamado de reflexão.

Cada superfície tem características próprias no que diz respeito à interação com a luz incidente e é isso que lhe confere sua aparência. Veja a figura 5.

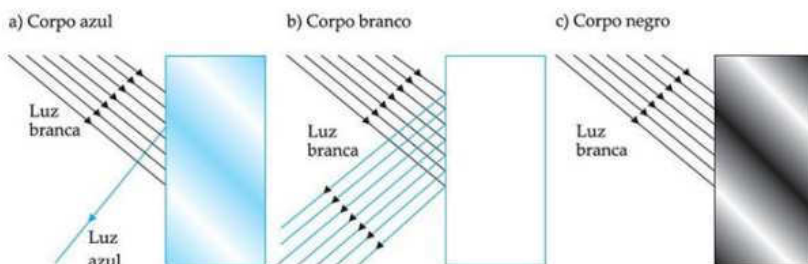


Figura 5: Absorção da luz por diferentes objetos - <http://www.vestibulandoweb.com.br/fisica/teoria/reflexao-da-luz.jpg> -

Quando o corpo azul, por exemplo, recebe a luz branca (policromática), ele se comporta de maneira diferenciada em relação a cada frequência de luz: reflete em abundância as frequências equivalentes à região azul do espectro visível e em pequena quantidade as demais, pois a maior parte é absorvida. Assim, o que chega aos nossos olhos é uma mistura de muita luz azul com pouca luz de outras frequências. Por isso, a sensação visual é a de um objeto azul. Esse fenômeno é denominado reflexão seletiva.

No caso dos objetos brancos e pretos, também ocorre absorção e reflexão seletiva. As superfícies negras apresentam essa aparência porque ocorre a absorção quase total da luz que incide elas, já no caso das superfícies brancas, elas refletem quase toda a radiação visível incidente.

Já vimos que a luz branca é a composição de vários comprimentos de ondas, porém é composta necessariamente de três cores primárias: o vermelho, o azul e o verde. E a produção de cores é dada por adição, na figura 6 podemos observar como isso acontece.

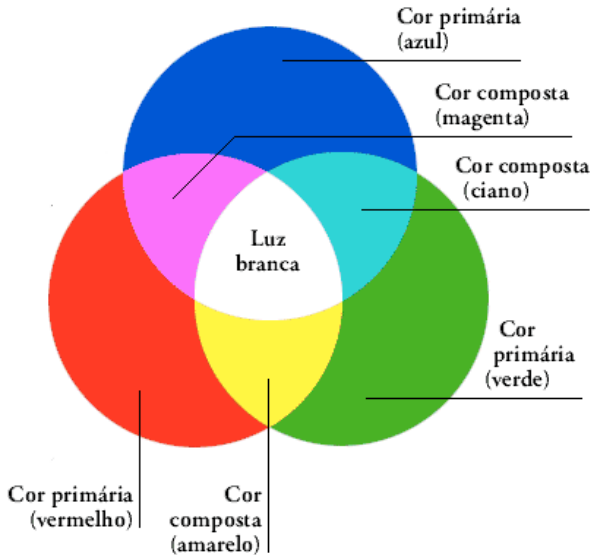


Figura 6: Cores primárias - <http://www.if.ufrj.br/~coelho/DI/Image25.gif> -

As cores dos objetos é fruto da iluminação, da luz. Estes objetos, geralmente, não são das cores espectrais, mas sim da junção ou combinação destas cores. A cor magenta, por exemplo, é fruto de uma simples junção de vermelho com azul, ou seja, a adição de duas cores espectrais.

3.4 SOMBRAS

Para o estudo das sombras usaremos um modelo de propagação das ondas fazendo uma aproximação retilínea. Um raio é uma linha reta traçada ao longo da direção de propagação de uma única onda, mostrando a trajetória da onda enquanto ela se propaga através do espaço.

Um conjunto de ondas luminosas pode ser representado por frentes de ondas como mostrado na figura 7. A definição de uma frente de onda requer que os raios sejam perpendiculares à frente de onda em cada posição no espaço.

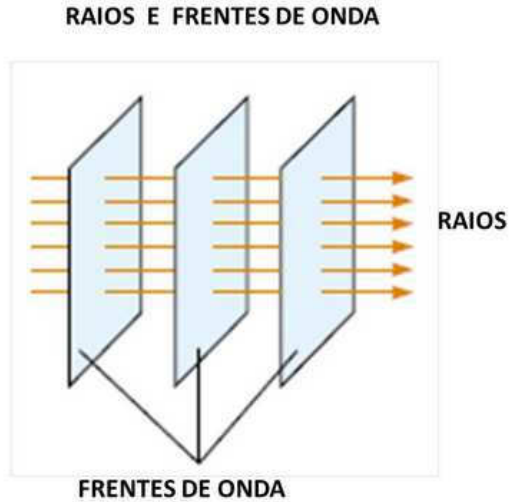


Figura 7: Frentes de ondas planas.
http://images.slideplayer.com.br/2/359122/slides/slide_2.jpg

Se uma onda plana encontrar uma barreira que contém uma abertura circular cujo o diâmetro é grande em relação ao comprimento de onda, as ondas individuais que emergem da abertura continuam a deslocar-se em uma linha reta (desconsiderando os efeitos de borda), logo a aproximação retilínea continua a ser válida, como podemos ver na figura 8.

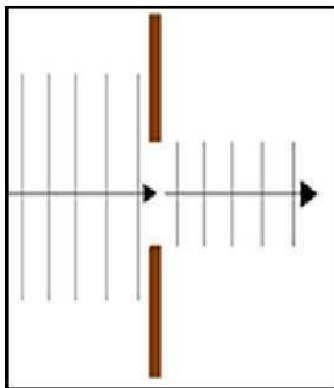


Figura 8: Fenda com diâmetro grande em relação ao comprimento de onda. -
<http://www.brasilecola.com/upload/conteudo/imagens/difracao-das-ondas-nas-fendas.jpg> -

Se o diâmetro da abertura for da ordem do comprimento de onda, as ondas (e consequentemente, os raios que traçamos) espalham-se para fora da abertura em todas as direções. Dizemos que a onda plana incidente sofre uma difração ao atravessar a abertura (figura 9).

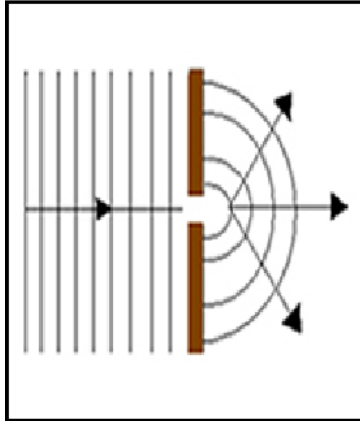


Figura 9: A frente de onda atinge uma barreira em que há uma pequena abertura. - <http://www.brasilecola.com/upload/conteudo/images/difracao-das-ondas-nas-fendas.jpg> -

Se a abertura for pequena em relação ao comprimento de onda, a difração é tão forte que a abertura pode ser tratada como se fosse uma fonte puntiforme de ondas.

Quando tratamos da aproximação retilínea da luz utilizamos geralmente barreiras com aberturas muito maiores do que o comprimento da luz, assim podemos chamar um feixe estreito de luz de raio, para trabalhá-lo no estudo das sombras.

Quando ficamos em pé à luz do Sol, por exemplo (figura 10), parte da luz é interceptada por nossos corpos, enquanto outros raios seguem em linha reta. Nós projetamos uma sombra, ou seja, uma região onde os raios de luz não conseguem chegar. Se estamos próximos a nossa sombra, suas bordas são nítidas porque o Sol está muito distante.



Figura 10: Sombra de uma pessoa exposta ao Sol.

http://3.bp.blogspot.com/_OKf5phvqIh0/TQQ14kddfaI/AAAAAAAAAnM/_SUM8tVjxEc/s200/298_22_sombra.jpg

Tanto uma fonte de luz grande e distante como uma pequena e próxima projetarão sombras nítidas. Já uma fonte luminosa grande e relativamente próxima, produz uma sombra pouco nítida. Normalmente existe uma parte bem escura mais interna e uma parte mais clara ao longo das bordas de uma sombra (figura 11).

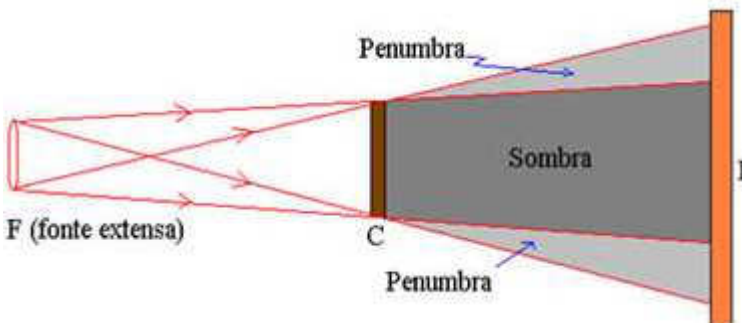


Figura 11: “Partes” da sombra. [http://4.bp.blogspot.com/-](http://4.bp.blogspot.com/-B86o98ZF_qs/T1c07TDagwI/AAAAAAAAAao/3aoTDUytjH8/s1600/sombra+e+penu)

[B86o98ZF_qs/T1c07TDagwI/AAAAAAAAAao/3aoTDUytjH8/s1600/sombra+e+penu](http://4.bp.blogspot.com/-B86o98ZF_qs/T1c07TDagwI/AAAAAAAAAao/3aoTDUytjH8/s1600/sombra+e+penu)
mbra.jpg

A parte mais escura é chamada de umbra, é onde nenhum raio de luz chega. Já a parte menos escura é chamada de penumbra, onde alguns raios foram bloqueados, porém outros não e assim conseguimos ver parcialmente.

4 PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

Neste trabalho será apresentada e analisada uma proposta para a inserção de conceitos de Óptica no quarto ano do EF aplicada no Colégio de Aplicação (CA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). A proposta será aplicada nas três turmas de quarto ano da escola, nas quais são compostas por uma média de 25 alunos cada.

Neste ano as professoras das séries iniciais se separaram por disciplinas que elas possuíam maior afinidade, para trabalhar com as turmas, então temos uma professora de Ciências Sociais e Naturais, uma de Matemática e uma de Português, eles também possuem três professoras de Artes, uma professora de Língua Estrangeira e um professor (a) de Educação Física. Nos anos anteriores cada uma das professoras, de Ciências Sociais e Naturais, Matemática e Português, eram responsáveis por uma turma de quarto ano, e como projeto neste ano, elas acharam melhor se dividir por disciplina, mencionadas acima. Com isso, devido a divisão das professoras por área, obteve-se um maior espaço para a inserção de Ciências nestes anos, que antes possuíam apenas duas aulas por semana e agora possuem 6 aulas, igualando com Português e Matemática.

Apesar dos conceitos de Óptica aparecerem no material adotado no quinto ano, pretende-se a inserção de alguns destes conceitos no quarto ano, através da discussão sobre luz e cores, aproveitando o tratamento dado pelas professoras ao sistema solar.

Neste contexto, as crianças que iremos trabalhar terão, em média, a faixa etária de 10 anos, e para isso se faz preciso o uso de situações adequadas aos alunos. Em Ferracioli (1999), vemos que: *os estágios de desenvolvimento dessas estruturas foram descritos de maneira resumida e explicativa por Piaget em algumas obras (e.g. Piaget, 1983, 1967).*

A construção do conhecimento se dá em quatro estágios: Inteligência Sensório-Motora (até dois anos de idade), Inteligência Pré-Operatória (de 2 anos a 7, 8 anos), Inteligência Operatória Concreta (de 7, 8 anos a 11, 12 anos) e Inteligência Operatória Formal (a partir dos 12 anos).

Os estudantes que participarão deste trabalho conseguem fazer relações de correspondência, ordenamento e classificação, além de começarem a ter noções de tempo, causalidade, conservação, entre outras, como cita Ferracioli (1999). Porém ainda têm seus pensamentos vinculados com o mundo real, ou seja, deveremos fazer uso de atividades lúdicas, pois segundo Piaget (1967), as crianças desta faixa etária necessitam de algo concreto para assimilar os conceitos já que não conseguem fazer operações de lógica e de posições.

As situações didáticas propostas deverão ainda considerar as concepções alternativas dos estudantes já mapeadas pela literatura como em Goulart, Dias e Barros (1989) e Anderson e Smith (1986). Uma vez que o conhecimento que eles já possuem a cerca da natureza não pode ser simplesmente descartado, já que na maioria das vezes esse conhecimento prévio, apesar de não ser cientificamente correto, foi construído de maneira significativa e dá conta da maioria dos fenômenos diários.

O primeiro contato da pesquisadora com as crianças será durante as aulas antecedentes a intervenção, para que haja uma primeira aproximação de ambas as partes. O primeiro conteúdo a ser trabalhado nas turmas, pela professora, foi sobre o Universo, onde foram tratados sua formação (Teoria do Big-Bang), as galáxias, meteoros, e por último o Sistema Solar. Poderemos observar se os alunos possuem perguntas, ou curiosidades, sobre o Sol, ou até mesmo a luz emitida pelo Sol, e assim utilizá-las nas intervenções.

As intervenções serão feitas através de instrumentos e experiências, para que os alunos possam olhar, tocar e agir sobre as mesmas, para fazer com que eles observem os resultados de suas ações e se estes confirmaram suas expectativas iniciais ou não.

As aulas seguirão através de três experimentos principais: caixa escura, difração em um prisma e disco de Newton, que estão descritos no Anexo A. Os alunos descreverão as aulas, os experimentos, seus questionamentos e suas conclusões em um diário de bordo, que será entregue a pesquisadora no final das intervenções para análise. Será feito o registro do andamento das atividades e dos eventos que ocorreram, ou seja, toda a análise será feita com base nos registros e na produção escrita dos alunos. E a partir dos dados obtidos poderemos então verificar a possibilidade da construção do conhecimento, com o auxílio da física, e da motivação dos alunos.

4.1 OBJETIVOS GERAIS

O presente trabalho objetiva criar situações didáticas para o ensino de Óptica no quarto ano do EF, a fim de que os estudantes possam familiarizar-se ainda cedo com a pesquisa e a ciência.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar situações didáticas apropriadas às crianças na faixa etária de 10 anos;
- Criar atividades experimentais e/ou atividades com simulações para o ensino de Óptica no EF;

- Criar instrumentos para a avaliação de aprendizagem dos estudantes;
- Criar situações onde se possa estimular o pensamento lógico e científico nos estudantes;
- Analisar as produções dos alunos (diários de bordo), assim como suas falas em sala de aula.

5 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

- Aula 1: Confeção do Diário de Bordo

Como trabalharemos com a produção de diários de bordo, então nesta primeira aula perguntaremos aos alunos se eles sabem o que é um diário, do tipo comum do nosso cotidiano? E depois questionaremos sobre o que é o diário de bordo.

A partir das respostas, será falado para os estudantes sobre o que será um diário de bordo nas aulas e como eles deveriam proceder com suas anotações.

Discutiremos a semelhança entre um diário de bordo e aqueles nossos diários de tempos atrás, porém neste caso eles irão descrever o que é discutido e comentado nas aulas e cada um também deverá escrever o seu entendimento sobre o que será falado.

No quadro, passaremos alguns passos fundamentais sobre a confecção do diário, como quando houver uma atividade experimental eles irão primeiramente colocar a questão principal, anotar suas possíveis hipóteses, após fazer um experimento eles deverão anotar os passos utilizados e os materiais, e no final, a partir da atividade experimental, os alunos tentarão explicar os resultados obtidos para que cheguem uma conclusão onde eles confirmarão ou colocarão em cheque suas hipóteses iniciais.

Após as discussões e as explicações no quadro, entregaremos o diário aos alunos, confeccionados por folhas de papel almaço, cortadas pela metade, onde eles anotarão o que foi escrito no quadro.

As capas serão confeccionadas pelos alunos mais adiante, pois assim eles poderão compô-las como quiserem, porém teremos alguns conceitos físicos trabalhados.

- Aula 2: O que é preciso para enxergar?

Primeiramente perguntaremos aos alunos o que eles acham que é preciso para enxergar, levando em conta que a literatura trás consigo, a maioria das crianças nesta idade crê que apenas o olho é necessário, deixando de lado a importância da luz. Os alunos anotarão a pergunta nos diários e depois suas hipóteses sobre esta questão.

Afim de, verificar as suposições dos estudantes, será proposto o experimento da caixa escura (Anexo A, Experimento 1). Que consiste em uma caixa, vedada, com apenas dois furos: um para a lanterna e outro para a observação. Grupos de quatro alunos serão convidados para virem até a caixa e

observarem primeiro com a lanterna apagada e depois com a lanterna acesa dentro da caixa. Após eles farão as anotações da atividade experimental.

Os alunos, depois do experimento, deverão mais uma vez responder o que é preciso, então, para enxergar, para que eles confrontem com suas ideias iniciais ou ainda, as confirmem.

- Aula 3: Papel do Sol.

Perguntaremos aos alunos que “tipos” de luz eles conhecem, e então após uma breve discussão, falaremos que podemos definir dois tipos: a luz artificial e a natural. Então será comentado que a luz do Sol é uma luz natural.

Com isso iremos analisar se eles sabem como a luz é produzida no Sol. A partir de suas respostas, voltaremos ao que eles já haviam visto sobre o nascimento de uma estrela, e passaremos no quadro que o Sol é formado principalmente por hidrogênio e que quando ocorre a fusão deste elemento, teremos a produção de muita energia que faz com que aconteça o aumento da temperatura, e assim haja a emissão de luz.

Falaremos sobre como essa luz chega até na Terra, ou seja, perguntaremos aos alunos o que há entre o Sol e a Terra? Após as respostas iniciais, onde esperamos que os alunos comentem que entre o Sol e a Terra não existe nada (vácuo), pois anteriormente a professora já realizou uma discussão sobre o universo, discutiremos que o vácuo é a ausência de meio, ou seja, a luz vem livremente até a Terra. Porém quando ela chega na Terra, pediremos o que ela encontra. Esperando as respostas dos alunos para que depois eles anatem no diário essa discussão inicial, que foi ilustrada com os slides do Anexo B.

Após esta intervenção inicial os alunos realizarão uma pesquisa na internet, utilizando os tablets disponíveis na escola, sobre a atmosfera: do que é composta e como a luz passa pela atmosfera. Os resultados obtidos e as perguntas que surgirem deverão ser anotadas no diário.

Estes últimos, servirão para a discussão sobre a composição da atmosfera (sobre os gases de sua composição e sobre a transparência deles) e sobre a passagem da luz pela mesma.

- Aula 4: Materiais transparentes.

Como foi falado na aula 3, a atmosfera é transparente, e com isso perguntaremos aos alunos que outros materiais eles conhecem que são transparentes.

Os alunos serão questionados por que eles são transparentes? A partir das respostas falaremos que é porque eles deixam “passar” a luz visível. Mas aí

deixaremos outra pergunta para eles: a luz é composta só por aquilo que vemos? Do que mais ela seria composta? E assim veremos as concepções prévias dos estudantes sobre a composição da luz.

Com isso perguntaremos sobre quando encostamos, por exemplo, no vidro na janela da sala pela manhã, e depois de uma tarde ensolarada encostamos de novo, que diferença há no vidro? O que será que fez com que o vidro esquentasse? Serão observadas, novamente, as ideias iniciais dos alunos sobre esse fenômeno.

Então falaremos que há “partes” da luz que a gente não consegue ver, porém influenciam sobre as coisas que a luz incide. O ultravioleta e o infravermelho são “partes da luz” que não conseguimos enxergar, porém que influenciam e interferem sobre as coisas em que elas incidem. Assim podemos dizer que o vidro, mesmo deixando a luz visível aos nossos olhos passar, ele absorve uma parte da luz, que não é visível, e essa absorção faz com que depois de um tempo exposto ao sol, o vidro quente.

- Aula 5: “Cor da luz do Sol”.

A aula 5 começará com a pergunta acima, para que os alunos façam suas hipóteses sobre esta questão.

A fim de verificar as respostas dos estudantes será proposto a atividade experimental 2, descrita no Anexo A. Os alunos serão convidados a exporem, em grupos de quatro, o prisma a luz branca para verificar o que acontece quando ela passa pelo prisma. Eles irão descrever no diário a atividade e suas observações.

Perguntaremos aos alunos que tipo de luz entra de um lado do prisma, e que tipo de luz saiu do outro lado. Afim de que eles observem que a luz branca ao passar pelo prisma sobre algum tipo de “separação”, surgindo do outro lado outras cores de luz. Os questionaremos sobre a composição da luz branca, e se quando chove aparece o arco-íris, então a luz do Sol será de que cor? As conclusões serão anotadas.

- Aula 6: Objetos Opacos – Cores dos objetos

Perguntaremos aos alunos: Como enxergamos o mundo colorido?

Considerando as respostas fornecidas pelos estudantes faremos uma discussão com o objetivo de recordar que a luz branca é composta por todas as cores, para falarmos que quando a luz branca incide sobre um objeto azul, por exemplo, a luz azul é refletida e o restante das cores é absorvido pelo objeto.

Então questionaremos o que acontece com a luz em um objeto branco? E em um objeto preto? Afim de verificar o entendimento sobre absorção e reflexão comentadas anteriormente.

Enfatizaremos que quando vemos a cor branca na verdade estamos vendo a luz branca “inteira” sendo refletida e chegando até nossos olhos. Já quando temos um objeto preto a luz branca é totalmente absorvida, logo essa luz que é absorvida se transforma em outra forma de energia, que como no caso do vidro é energia térmica. Por isso quando saímos no sol com uma camiseta preta, por exemplo, sentimos que ela “esquenta” mais.

- Aula 7: Cor da luz da fonte

No primeiro momento será proposto aos alunos o experimento do disco de Newton, descrito no Anexo A, Experimento 3.

Cada aluno receberá um disco branco de cartolina e será instruído a pintá-lo, dividindo o disco com o tipo de uma “pizza”, com as cores: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta. Após a pintura, eles anotarão o procedimento que fizeram no diário. Os discos serão entregues as professoras, para que sejam furados com palitinhos de churrasco e depois devolvidos aos alunos.

No segundo momento, a ideia inicial era pegar filtros de papel celofane, das cores: vermelho, verde e azul, e observarmos o que acontecia com a coloração dos objetos que estavam presentes dentro da caixa, quando dispostos aos três filtros separadamente. Porém com o andamento das aulas tivemos que modificar um pouco o método. Isso é descrito e explicado na próxima seção (6).

- Aula 8: Sombras.

Ainda com o auxílio da lanterna, mostraremos aos alunos o que acontece com a sombra quando a fonte está perto e quando está longe, e ainda pediremos o que acontece com a luz na região escura da sombra, e na região onde não está tão escuro, mas também não está tão claro como onde não temos nenhuma interferência. Observaremos as respostas dos alunos, para depois comentar sobre como a luz se propaga em linha reta quando não há diferentes meios.

Esta última parte não será descrita em detalhes, pois devido ao tempo de conclusão deste trabalho não teremos condições de analisar.

6 APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES

A aplicação das aulas acima se deu em três turmas do quarto ano do EF do CA, denominadas como turma 1, turma 2 e turma 3, sendo que essa disposição não leva em conta os verdadeiros “nomes” das turmas da escola, para assim manter o anonimato dos alunos, como foi proposto no Termo de Consentimento (Anexo E). Sendo duas aulas de 45 minutos, sempre faixas, para cada turma por semana, com a possibilidade de pegar uma aula adicional por semana para cada turma. As aulas se deram na segunda-feira e quarta-feira das 7:45 às 9:10 e na sexta-feira das 9:40 às 11:05.

As descrições serão feitas de maneira geral, pois foi trabalhado o mesmo módulo com as três turmas, e quando o plano for modificado, ou algo importante de cada turma for considerado, mencionaremos a devida turma em destaque. Estas descrições serão feitas com base nos registros da pesquisadora.

O início das atividades ocorreu na semana entre 05/05/2014 à 09/05/2014. A professora das turmas entrou com os alunos, pois no CA nos anos iniciais cabe as professoras reunir os alunos no pátio da escola e conduzi-los para a sala de aula. Então os alunos entraram sentaram em seus devidos lugares e a professora me apresentou novamente para as turmas, pois já havia assistido algumas aulas anteriormente ao começo das aplicações. A aula 1 começou, nas três turmas, com a atividade de “Como fazer um diário”, pedimos os alunos o que eles achavam que era um diário. E um deles (**aluno 1-1**) mencionou que é em um diário onde escrevemos nosso dia-a-dia. Quando perguntamos o que era um diário de bordo, um aluno (**aluno1-2**) falou sobre o diário de bordo em aviões e navios. A professora fez várias intervenções na aula da turma A, principalmente, afim de me auxiliar com a linguagem utilizada.

Foi escrito no quadro, na aula da turma 1, como eles deveriam proceder na confecção do diário, e foi solicitado como primeira atividade do diário que os alunos escrevessem o que eles irão descrever ao longo das atividades. Alguns alunos decidiram por escrever com as próprias palavras e outros decidiram apenas copiar o que estava escrito no quadro. Foi solicitado, pela professora, que eles comentassem com toda a turma o que haviam escrito, assim eles também desenvolvem a leitura, dicção e perdem um pouco do “medo” de expor suas ideias.

Antes de começar a aula da turma 2 na quarta-feira, a professora da turma sugeriu que mudássemos um pouco o plano de aula, onde eram colocados no quadro, antes da discussão, os passos que deveriam ser escritos no diário a cada atividade, e ao invés disso discutíssemos antes, para que os alunos colocassem com suas próprias palavras o que eles achavam que era um diário de bordo na física, e o que devia ser escrito nele durante as aulas.

Então começamos a discussão, diferentemente da turma 1, e pedimos o que eles sabiam sobre o diário de bordo, como serão feitas as aulas com a turma e o que eles irão descrever no diário durante as atividades. No começo eles ficaram com dúvidas, confundindo o diário de bordo da sala de aula com o de navios e também com aqueles que escrevemos nosso cotidiano. Então foi colocada no quadro a questão, sobre o que é um diário de bordo, para eles escreverem no diário a questão juntamente com suas respostas. Foi pedido então para eles lerem suas respostas, porém mesmo assim a confusão de termos, entre diário de bordo e diário do nosso cotidiano, estava grande. Fomos esclarecendo as dúvidas, dizendo que no diário de bordo da sala de aula, da aula de Física, era preciso primeiramente a pergunta inicial, depois a hipótese, o experimento, a discussão e por último a possível conclusão.

Notamos uma grande diferença da turma 2 para a 1, pois não falamos de imediato o que era para eles escreverem, assim conseguimos verificar as dúvidas que ainda persistiam mesmo ao longo da explanação, e os alunos se sentiram mais a vontade para expor suas ideias, sem a interferência de um resumo prévio colocado no quadro.

Na turma 3 de sexta-feira, utilizamos o plano de aula modificado que aplicamos na turma 2, pois gerou uma maior interação dos alunos com a pesquisadora, e também uma maior exposição das ideias iniciais.

No segundo momento, foi lançada aos alunos, a pergunta “O que é preciso para enxergar?”. As respostas dos alunos das turmas 1 foram, em sua maioria: visão, olhos, óculos (principalmente de quem usava óculos) e luz. Então pedi porque da luz, eles responderam que sem a luz seria tudo escuro. Já na turma 2 e 3, apenas dois alunos mencionaram a luz logo na primeira resposta. O restante da turma respondeu, primeiramente, que para enxergar precisamos do olho, indo de encontro com as concepções alternativas já mapeadas pela literatura. Ainda houve uma aluna (**aluna 1-3**) da turma 3 que falou que para enxergarmos precisamos do cérebro.

No terceiro momento os estudantes foram convidados a observarem a caixa escura, descrita no Anexo A (Experimento 1), primeiramente com a lanterna apagada, e a maioria deles respondeu que não viam nada em seu interior, pois estava escuro. Um aluno (**aluno 3-1**) disse que dava pra enxergar o contorno de uma caneca, mas mesmo assim disse que era preciso de luz para enxergar melhor. Então ao ligar a luz os alunos identificaram os objetos presentes na caixa, seus formatos e cores: patinho de borracha amarelo, caneca azul e uma caneta verde. Após observarem, eles voltaram aos seus lugares e descreveram o experimento e como ele ocorreu.

No quarto momento, foi pedido novamente o que eles achavam que era importante para enxergar, então todos os alunos responderam que a luz e os olhos eram importantes, pois sem a luz viveríamos na escuridão.

Na semana de 12/05/2014 à 16/05/2014 estavam previstas as aulas 3 e 4, estas aulas ocorreram em outra sala da escola, pois era o único lugar onde tínhamos internet disponível, nas outras salas o roteador não estava funcionando, segundo informações da coordenação.

As turmas ficaram bem agitadas, pois não estavam em sua sala e ainda por causa da formação dos grupos e utilização dos tablets. A atividade começou as 8:20, pois a primeira aula foi utilizada para ligar os tablets e ligar a internet da UFSC nos mesmos.

No primeiro momento apresentamos a sequência exposta no Anexo B, onde perguntamos que tipos de luz eles conheciam, alguns alunos falaram:

Aluno 1-2: luz do sol

Aluno 2-1: luz da lâmpada, da lanterna

Aluno 3-2: pelo fogo.

Foi diferenciado então o que chamamos de luz natural e artificial.

Após foi falado sobre como a luz é produzida no Sol, um dos alunos (**aluno 1-2**) mencionou a fusão nuclear prontamente, porém o restante da turma 1 e ainda os alunos da turma 2 e 3 não sabia do que se tratava.

Então, na turma 1, falamos que seria um tipo de junção de átomos de hidrogênio, e que quando isso acontecesse iria “esquentar”, ou seja, gerar energia e liberar luz, nessa parte os alunos prestaram bastante atenção sobre o processo. Já para as turmas 2 e 3, que não sabiam como a luz do Sol é produzida, tratamos inicialmente de recordar a parte que eles já haviam visto com a professora, sobre o nascimento de uma estrela. Os alunos lembraram-se da nebulosa, e que nela havia gás e poeira estelar. Falamos então do tipo de gás que o Sol era essencialmente composto: o hidrogênio, e que no interior do Sol ocorre a fusão nuclear do hidrogênio. Onde quatro prótons se fundem, e para os alunos entenderem melhor usamos também a palavra se “juntam”, que acarreta na formação de um núcleo de hélio, liberando outras partículas, e energia, que no caso é a luz que vemos o Sol liberar.

Na parte do caminho da luz entre o Sol e a Terra, não foi visto um nítido entendimento que não haveria “nada” (vácuo) entre eles, pois quando eles estudaram o universo foi falado para eles que o universo inteiro era composto de matéria escura, então eles não entenderam direito o porquê não haveria barreiras para a luz vir até a Terra. Então tentei contornar, pedindo que tipo de roupa os astronautas utilizavam, as respostas foram de imediato, que eram capacetes com uma mangueira, com oxigênio, para eles conseguirem respirar. Então perguntei: quer dizer que no espaço não tem ar, igual a aqui na Terra? E eles me falaram que não. Falei que essa ausência de ar, é chamada de vácuo, ou seja, que lá não há nada, e a luz do Sol pode vir livremente até a Terra, de uma forma muito rápida. Eles me perguntaram o quanto rápida a luz vem, respondi que ela demora aproximadamente oito minutos. Dois deles, da

turma 3, lembraram-se da velocidade da luz, que a professora já havia mencionado no conteúdo tratado a cerca do universo.

Perguntei o que a luz encontrava quando chegava à Terra, e a maioria deles respondeu que era a atmosfera, e pedi do que a atmosfera seria composta (do que ela era feita), e eles ficaram com algumas dúvidas, mencionaram o ar, as nuvens, mas sem muita confiança. Essa pergunta ficou como uma das questões propostas para a pesquisa dos alunos no tablet, então nesse momento não demos respostas prontas a eles. A apresentação utilizada para guiar esta discussão inicial está presente no Anexo B.

Estava previsto que para esse momento fosse levado em torno de 20 minutos, porém como eles estavam bem agitados, e os termos utilizados não eram bem conhecidos dos alunos, e ainda que muitos queriam falar sobre o que eles tinham visto na parte sobre universo, foi preciso uma aula inteira, ou seja, 45 minutos.

Foi proposta a pesquisa nos tablets com as seguintes perguntas:

- Do que é composta a atmosfera?
- Como a luz do Sol passa pela atmosfera?

Os alunos utilizaram um tablet por dupla. Colocaram as perguntas no site de pesquisa, porém antes de entrarem nos sites e escreverem diretamente as respostas no diário, chamavam a professora ou a pesquisadora para ver se era o “site certo”, e onde poderiam clicar. Também depois de responder, nos chamavam para pedir se estava “correto”.

Esta parte também estava programada para 20 minutos, e, no entanto, demandou de 45 minutos, pois há alunos que quase não possuem contato com a internet, e foi preciso guiá-los em como pesquisar e utilizar o tablet.

Na semana de 19/05/2014 a 23/05/2014, foram dadas as aulas 4 e 5. Começamos revisando a pesquisa que eles fizeram na última aula. Pedi que alguns alunos lessem suas respostas, e assim os fizemos recordarem sobre o que pesquisaram, tanto na turma 1 quanto na 2 foram entregues os diários para a leitura das respostas. Já para a turma 3, perguntei sobre que pesquisa eles haviam feito, antes de entregar os diários, e os alunos falaram exatamente as duas perguntas que haviam sido propostas. Eles ainda conseguiram lembrar as respostas encontradas, como para a primeira questão:

Aluno 1-3: A atmosfera é composta por oxigênio, gás carbônico, vapor d’água.

E para a segunda questão:

Aluna 2-3: Lembro que os raios solares vinham do espaço, e entravam na atmosfera, e sofriam um desvio.

Porém observamos que eles não compreenderam que tipo de desvio seria este. Então desenhei no quadro da seguinte forma (figura 12).

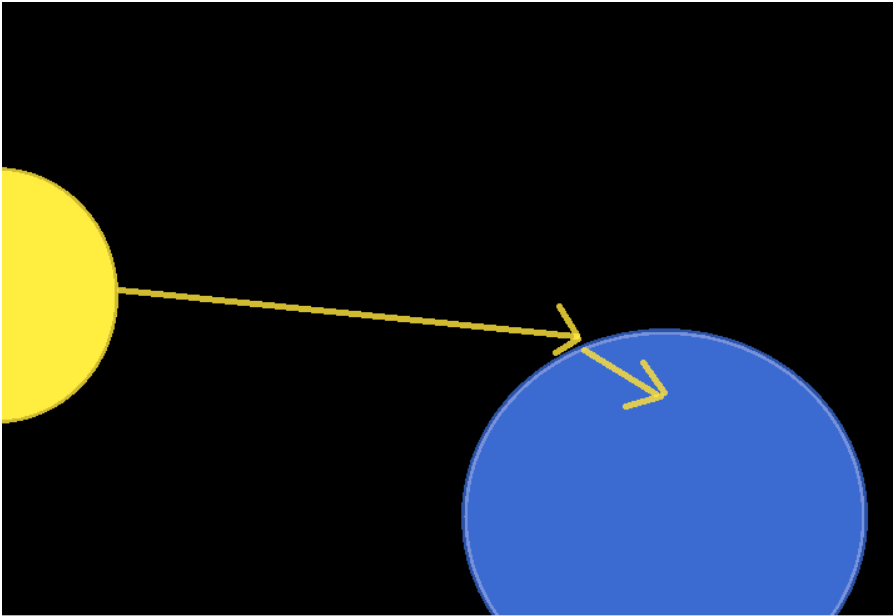


Figura 12: Desvio da luz ao entrar na atmosfera

Pedi o que havia entre o Sol e a Terra, que já havíamos discutido:

Aluno 1-1: Nada, professora.

E os outros completaram usando a palavra vácuo, pois como foi uma palavra nova que aprenderam, queriam demonstrar seus entendimentos. Então pedi o que havia na atmosfera, os alunos responderam que havia gases. Então falei sobre a luz sair de um lugar, que era o vácuo, e entrar em outro, no “gás”, que era diferente do primeiro, e assim ela iria sofrer um desvio. Dei o exemplo do lápis na água, que parecia que o lápis estava quebrado, e um dos alunos falou que já havia visto.

Então pedi de que cor eram os gases que a atmosfera era composta, e um aluno (**aluno 2-1**) respondeu prontamente que era transparente. Foi perguntado que outros materiais eles conheciam, que eram transparentes, e a maioria respondeu: vidro, plástico, água.

Uma aluna (**aluna 3-1**) falou do espelho, então perguntei se ela conseguia ver através do espelho, ela me falou que não, mas que conseguia se ver diante dele. Expliquei que neste caso não era transparência, mas sim um reflexo, ou seja, que estava ocorrendo uma reflexão. Ela falou que entendeu a diferença.

Outro caso se deu na turma 3 onde uma aluna (**aluna 1-3**) falou do chão bem “limpinho”, então ela pensou um pouco e falou que não era bem transparente, mas outra coisa. Isto posto, falamos que o chão bem “limpinho” não era transparente porque não conseguíamos ver através dele, como, por exemplo, no espelho, pedi o que seria essa outra coisa, e outro aluno (**aluno 2-3**) falou que era meio que um reflexo.

Pedimos por que será que estes materiais seriam transparentes?

As respostas na turma 1 foram:

Aluno 1-1: porque conseguimos enxergar do outro lado

Aluno 4-1: porque a luz passa por ele.

Essa deixa do aluno 4, me fez perguntar, mas será que toda luz passa pelo vidro? Uma aluna (**aluna 5-1**) mencionou que o vidro esquenta, e que ela não sabia se isso tinha alguma coisa haver. Falei que luz era composta daquela que vemos, mas que tem alguns tipos que não conseguimos enxergar, perguntei se eles sabiam que tipos eram esses, e um aluno (**aluno 6-1**) falou que existia a luz ultravioleta e a infravermelha. Ainda houve outro (**aluno 7-1**) que perguntou se o raio-x era um tipo de luz, então falei que não era bem um “tipo de luz”, mas que podíamos dizer que era da mesma família, ele então me disse que o pai dele trabalhava com raio-x.

Já na turma 2 e 3, os alunos responderam era porque conseguíamos ver do outro lado, então perguntei sobre o porquê conseguíamos ver no outro lado, e eles não souberam responder. Assim sendo, falei que era porque a luz visível conseguia passar pelo vidro e assim conseguíamos ver o que estava do outro lado. Também dei o exemplo que mesmo o vidro sendo transparente, a noite e com as luzes desligadas não conseguiríamos enxergar o que estará dentro de uma sala, porém quando ligássemos a luz, conseguiríamos enxergar.

Então pedimos aos alunos, ainda das turmas 2 e 3, se a luz era feita apenas daquilo que vemos, se poderia existir outro “tipo de luz”. A maioria dos alunos falou que sim, porém quando perguntados sobre que outra coisa seria essa que não vemos, eles tinham ideias muito diversas:

Alunos 5-2,6-2,7-2: gás?

Aluno 8-2: raios solares

Indaguei o aluno 8-2 sobre que tipos de raios solares ele conhecia, e ele não soube falar. Outro aluno (**aluno 9-2**) então falou que a luz poderia ter um “calor”. Assim os questionei sobre se ficarmos muito tempo no Sol sem protetor solar o que aconteceria com a nossa pele, e eles responderam:

Aluna 2-3: A gente fica queimada.

Aluno 3-3: Ficamos vermelhos, a pele queima.

Pedi então que tipo de proteção o protetor solar fornece, e eles me falaram que era “UV”, e a aluna 1-b pediu: mas o que é esse “UV”? A vista disso, falei que esse “UV” era na verdade um “tipo de luz” que chamamos de

ultravioleta, e que ela é a responsável pelas queimaduras na pele, pois mesmo sem conseguirmos enxergá-la “ela esquenta”.

Então falei que ainda tínhamos outro tipo, e que eles geralmente viam esse tipo de luz nos jogos e filmes. Um aluno (**aluno 9-2**) falou que poderia ser aquela “luz noturna”. Mencionei que essa era um modo de “vermos” mesmo no escuro, e que para isso era preciso um óculos especial, que chamam de óculos de visão noturna, mas que isso não queria dizer que a luz que víamos era “noturna”. Falei a palavra: infravermelho, e eles logo ligaram os pontos, e falaram que já tinham ouvido falar e ainda jogado com isso, e que com os óculos de visão noturna conseguíamos ver a temperatura dos corpos.

Perguntei se eles sabiam o que era um átomo, a fim de explicar um pouco sobre como a luz passa pelos materiais transparentes.

Na turma 1, o aluno 6-1 disse que o átomo era uma partícula muito pequena e que todas as coisas eram feitas de átomos. Mencionei então com a turma toda, que todas as coisas eram feitas de átomos, como o aluno 6-1 mencionou, e que o vidro era feito de átomos também.

Na turma 2, o aluno 9-2 falou que o átomo era uma coisa muito pequena que não conseguimos enxergar. O aluno 6-2 falou que era uma partícula. E o restante não sabia o que era um átomo. A professora então entrevistou e perguntou para os alunos sobre o que eles já haviam estudado, sobre o Big Bang, e sobre o que havia lá no início. Um aluno (**aluno 10-2**) falou que havia partículas, e essas partículas eram os prótons, elétrons e nêutrons. Então a professora falou que os átomos eram compostos por essas partículas, e que essas partículas eram ainda mais pequenas que os átomos. E que as diversas combinações dessas partículas vão formar diversos átomos, que compõe tudo o que conhecemos.

E na turma 3, o aluno 3-3 falou que já tinha ouvido falar em átomo, mas que não sabia o que era. Outra aluna (**aluna 5-3**) concordou, e disse que também já tinha escutado esta palavra, mas que não sabia o que era. Então falei que o átomo era uma partícula muito pequena que não conseguíamos enxergar, porém era a composição de tudo o que conhecemos no universo, e que as combinações de átomos iriam formar tudo o que temos ao nosso redor. Perguntei: então, do que é feita a carteira da escola? Um aluno (**aluno 6-3**) falou: é de átomos. Perguntei do que é feito o papel do caderno, e eles me reponderam em coro que era de átomos. O aluno 3-3 falou: então eu sou feito de átomos também. E respondi que sim.

Questionei do que seria feito o vidro, e os alunos das três turmas falaram que era de átomos. Então desenhei no quadro o seguinte esquema (figura 13).

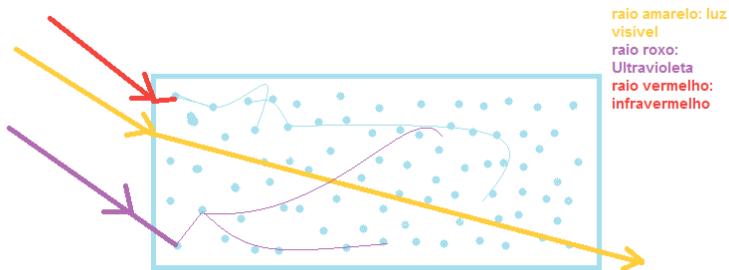


Figura 13: Passagem da luz pelo vidro. (A luz visível passa pelo vidro, porém a ultravioleta e o infravermelho não conseguem passar, e ficam "retidos" pelo vidro por certo tempo).

Perguntei antes de desenhar a passagem dos raios, o que acontece com a luz que enxergamos ao passar pelo vidro? O aluno 3-3 falou que passa direto. Então pedi a eles se eles sabiam o que acontecia com o ultravioleta e o infravermelho ao passar pelo vidro, e a aluna 2-3 questionou: elas não passam? Falei então que elas eram de “tamanhos” diferentes que a luz que enxergamos e ao entrarem no vidro elas “batiam” nos átomos, e faziam com que eles vibrassem e “batessem” nos átomos do lado, como eles estavam se “batendo”, isso faz com que o vidro esquente, por isso ao final de um dia ensolarado sentimos o vidro quente, respondendo assim a pergunta da aluna 5-1. E assim o ultravioleta e o infravermelho saíram do vidro depois da luz visível, pois sofreram vários desvios.

Então foi pedido para que os alunos anotassem no diário o que havíamos debatido até o momento. Enquanto eles foram escrevendo, também chamavam as professoras para tirar algumas dúvidas na parte de como a luz passa pelo vidro, mas mais com o intuito de autoafirmar suas respostas.

Começamos a aula 5, lançando a pergunta: Qual a cor da luz do Sol? Na turma 1 alguns responderam que era branca, outros responderam que era amarela. O aluno 1-1 falou que era branca, mas ao entrar na atmosfera, víamos “meio” amarela. Na turma 2, as respostas mais frequentes foram: laranja, amarela, vermelha. Ainda teve o aluno 8-2 que falou que a cor era transparente, e a aluna 1-1 que falou que a luz era branca. Já na turma 3, a maioria dos alunos respondeu que a luz do Sol era branca, e apenas 3 ou 4 alunos falaram que era amarela.

Partimos para atividade experimental: o dia estava nublado, então não podemos utilizar do experimento 2, descrito no Anexo A. Colocamos, então,

uma página em branco no retroprojetor, e pedimos que os alunos, em grupos de 4, pois tínhamos apenas 4 prismas, colocassem o prisma para cima com a luz incidindo sobre ele, e observassem o que aconteceria. Eles foram girando o prisma e logo observaram a formação de um “arco íris”, como eles mesmos disseram. Pedimos que tipo de luz estava entrando pelo prisma, e eles falaram que era uma luz branca, e o que estava saindo do outro lado: aqui as respostas foram bem variadas.

Aluno 7-1: Do outro lado sai luz multicolor.

Aluno 1-2: Sai outras cores de luz.

Aluno 2-2, 3-2, 6-2: Sai um “arco íris”.

O **aluno 4-3** ao observar a formação do “arco íris” comentou: Isso é fantástico!

Após o experimento, eles anotaram o que eles fizeram durante a atividade e o que eles observaram.

Então, para concluir, pedi para eles se o que entrava por um lado do prisma era a luz branca, e o que saía do outro lado era luz colorida, então a luz branca era feita pelo que? Todos eles responderam prontamente que então a luz branca é formada por todas as cores. Perguntei então: Se quando chove e tem Sol ao mesmo tempo, temos a formação do arco íris, que é parecido com o que observamos na aula, a gente pode dizer que a luz do Sol é então de que cor? Então eles ficaram um pouco pensativos e responderam: “Ah então a luz do Sol é branca”.

Um dos alunos da turma 1 (**aluno 8-1**) respondeu que a luz do Sol era branca na sua hipótese, pediu se ele precisava fazer a conclusão, então falamos, que antes era uma resposta sem comprovação, e que agora ele tinha comprovado a ideia dele, então ele falou:

Aluno 8-1: Ah, antes eu não tinha muita certeza, mas agora tenho.

Na turma 2 a aluna 1-2 falou: é que confundi com a cor do Sol, e não com a luz que vinha dele.

Na turma 3, uma das alunas (**aluna 5-3**) falou: Então a chuva é como se fosse o nosso prisma. Aqui podemos observar a associação entre o prisma e a chuva e que para haver a dispersão da luz, a aluna 5-3 conseguiu notar que precisa de uma mudança de meio, e que sem o prisma, ou a água, não haveria a decomposição da luz.

E ainda houve o aluno 6-1, da turma 1, que falou que havia outro experimento onde poderíamos ver isso: o disco de Newton, falei para ele que íamos fazer este experimento mais para frente.

Na semana de 26/05/2014 à 30/05/2014 não houve aplicação do projeto na escola, pois em todas as últimas semanas do mês, as turmas fazem passeios em pontos históricos da cidade.

Nas duas semanas seguintes, de 02/06/2014 à 13/06/2014, aplicamos a sequência das últimas aulas 6 e 7, e ainda a aula 8, que não será analisada nesta pesquisa pelos motivos já citados.

Comecei pedindo se eles se recordavam do que era composta a luz branca, que vimos na última aula que tivemos. Como ficamos uma semana sem aula, os alunos foram falando qualquer coisa que lhes vinha à cabeça, do tipo:

Aluna 1-1: vidro

Aluno 2-1: infravermelha e ultravioleta

Então recordei com eles, sobre o que fizemos na última aula, ou seja, o experimento do prisma, que entrava luz branca de um lado e do outro lado saíria outra coisa, pedi a eles o saia do “outro lado” do prisma, e eles responderam, em geral que era luz colorida, e o **aluno 3-1** falou que era luz das cores: vermelha, amarela, laranja, verde, azul, azul mais escuro e violeta. Concluí com eles, assim, que a luz branca era composta por outras cores de luzes.

Então escrevi no quadro a pergunta inicial da discussão: Como enxergamos o mundo colorido? E depois solicitei que os alunos anotassem em seus diários a pergunta e suas hipóteses de como enxergamos as cores dos objetos.

A maioria dos alunos da turma 1, já mencionou que os objetos refletem as cores que enxergamos. Por exemplo, pedi como enxergamos a cadeira azul, o porquê a cadeira era azul, e uma aluna (**aluna 4-1**) falou que era porque o azul refletia da cadeira. Então pedi o que acontecia com as outras cores da luz branca que não apareciam neste caso da cadeira, e um aluno (**aluno 3-1**) relacionou com o que acontecia com os materiais transparentes e falou que as outras cores deveriam ficar “presas dentro da cadeira”. Falei que neste caso, era mais ou menos isso que acontecia, mas que a gente falava que acontecia a absorção das outras cores, que a cor azul era refletida, e que as outras cores eram absorvidas pela cadeira e por isso só conseguíamos enxergar o azul.

Na turma 2 os alunos não souberam responder prontamente o porquê enxergamos o mundo colorido, então insistimos um pouco com eles para escrevessem suas hipóteses, e então observamos que a maioria das respostas estavam ligadas que enxergamos o mundo colorido por causa da luz e do olho.

Os alunos, da turma 3, também falaram em sua maioria por causa da luz e do olho, e ainda teve respostas do tipo:

Aluno 3-3: Porque a luz branca bate nas coisas e reflete a cor que enxergamos.

Aluno 4-3: Todas as cores de luz batem nos objetos, e as outras cores entram, e apenas uma cor volta, que é aquela que enxergamos.

Apenas esses dois alunos conseguiram associar a relação da luz branca com a coloração dos objetos.

Então expliquei para eles que como a luz branca era formada por todas as cores, ao “bater” num objeto azul, por exemplo, as outras cores eram absorvidas, ou seja, ficavam “dentro” do objeto, e a cor azul era refletida e por isso enxergávamos azul.

Deixei um tempo para eles anotarem, depois da hipótese, essa nossa discussão, e seus entendimentos sobre o que falamos até então.

Então perguntei a eles como eles me explicariam a cor branca, de um giz, por exemplo? O **aluno 5-1** falou: “ah o branco reflete a cor branca”. Questionei então de que cor era a luz que tínhamos na sala e ele me falou que era branca, então perguntei se o giz estava refletindo apenas um tipo de cor ou será que era mais que isso, e então ele me disse que o giz estava refletindo todas as cores, e que nenhuma estava “presa” dentro dele. Falei que os objetos brancos tinham a propriedade de refletir todas as cores, e por isso o enxergamos branco, pois refletia toda a luz que incidia sobre ele.

Na turma 3, antes mesmo de eu perguntar sobre a cor branca, uma aluna (**aluna 5-3**) perguntou: E o que acontece com o branco professora? Então pedi ao restante da turma para me ajudar, o que acontecia no caso do branco, e o aluno 3-3 respondeu prontamente: reflete toda a luz, como a luz é branca, por isso enxergamos branco.

Então o questionei sobre o que acontecia com o preto, e ele então falou: o preto então absorve todas as cores da luz, e por isso não enxergamos nada, o preto.

Nas turmas 1 e 2, perguntei o que acontecia com os objetos pretos, e um aluno (**aluno 6-1**) falou que os objetos pretos deviam absorver todas as cores, e por isso enxergamos preto. Comentei que era isso mesmo que acontecia, que a luz branca ao atingir o objeto, ele absorve toda essa luz e por isso o enxergamos preto. E falei ainda, se a luz toda fica “presa” dentro do objeto o que vai acontecer com ele? Então um dos alunos (**aluno 7-1**) falou que o objeto iria esquentar, associando novamente a questão da luz infravermelha e ultravioleta, que ficavam “presas” dentro do vidro e por isso o vidro esquentava. Mencionei então o fato de os átomos dentro do objeto preto ficarem “se batendo”, e assim a nossa sensação de maior temperatura quando estamos com uma camiseta preta no sol.

Depois disso, eles confeccionaram o Disco de Newton, conforme descrito no Anexo A, experimento 3. Eles receberam uma cartolina branca já em formato de disco, dividindo-a em sete partes iguais conforme uma pizza, pintaram com as sete cores pré-descritas no quadro. Porém alguns alunos tiveram dificuldades para separar o disco em sete partes iguais, assim os ajudei a separar. Após a pintura do disco, os alunos o entregaram para as professoras,

para que assim os perfurássemos com os palitos de churrasco, e ainda quebrássemos as pontas para evitar acidentes. Depois disso, os discos foram devolvidos aos alunos para que eles o testassem.

Após a confecção do disco, partimos para o experimento da caixa com o uso de filtros coloridos (vermelho, verde e azul), na turma 1, onde dois alunos voluntários vieram observar dentro da caixa como os objetos mudavam a tonalidade da coloração com o uso de filtros.

Porém para eles as cores dos objetos eram as mesmas, apenas mais escuras ou mais claras, e isso não inferiu sobre o entendimento do experimento. Então resolvi pegar os filtros e a lanterna e projetar na tela do projetor da sala. Desligamos as luzes e fui fazendo a sobreposição dos filtros para a turma inteira ver ao mesmo tempo. Após as demonstrações, perguntei a eles o porquê quando juntamos os três filtros obtínhamos a cor branca, já que a luz branca era supostamente de várias outras cores, e o **aluno 2-1** respondeu : porque essas cores são primárias. E ainda questionou porque o amarelo não estava ai, então reforcei o fato de que as cores primárias na Física são diferentes que em Artes. Eles anotaram o que observaram no diário.

Nas turmas 2 e 3 com a experiência obtida com a turma 1, partimos direto para a projeção dos filtros na tela do projetor.

Ao final da aula trabalhei a aula 8 sobre sombras, porém esta aula não irá ser descrita e nem analisada.

No dia 04/06/2014 e 11/06/2014 não houve a aplicação na turma 2, pois tínhamos reunião dos pais dos alunos na escola, mostrando o que foi trabalhado durante o trimestre, incluindo uma apresentação deste projeto.

Nestas duas semanas eu e a professora elaboramos um questionário a fim de verificar o entendimento dos alunos sobre os temas discutidos, sobre o que eles mais se interessaram, o que eles acharam da inserção da Física no 4º ano do EF e ainda sobre a atuação da pesquisadora nas turmas. Esse questionário está no Anexo D, e foi aplicado nas turmas nos dias 16, 17 e 18 de junho de 2014, última semana da pesquisadora na escola.

7 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO APLICADO

Das questões propostas no questionário, que fora criado pela professora da turma a fim de avaliar seus alunos posteriormente, no Anexo D, iremos analisar as questões 3 e 4, onde verificaremos a opinião dos alunos sobre as atividades aplicadas e o quanto eles gostaram da inserção da Física no 4º ano e por que. As questões 1 e 2 não irão ser analisadas neste momento, pois buscam analisar o quanto os alunos se apropriaram dos conhecimentos e isso demanda mais tempo, isso ficará em aberto para trabalhos posteriores.

Serão utilizados na análise, os questionários aplicados nas três turmas, e quando as escritas dos alunos forem utilizadas indicaremos de forma geral com o intuito de manter o anonimato.

7.1 EXPERIMENTO MAIS INTERESSANTE SEGUNDO OS ALUNOS

Ao analisarmos as atividades citadas pelos alunos como as que eles mais gostaram, identificamos quatro categorias, que são:

1. Experimento da Caixa;
2. Experimento do Prisma;
3. Disco de Newton;
4. Outros: onde as respostas dos alunos foram: a atividade do Sol, diário de bordo, tablet e todas as atividades.

Tabela 1: Atividades preferidas

Experimentos	Turma 1	Turma 2	Turma 3	Total ⁴
Experimento da caixa escura	40%	16%	40%	32%
Decomposição da luz	26%	37%	30%	31%
Disco de Newton	30%	21%	20%	24%
Outros	4,0%	26%	10%	13%

Ao analisarmos as categorias acima, verificamos o porquê os alunos acharam interessante tais atividades, onde foi possível classificarmos em subcategorias.

⁴ O total mencionado nas tabelas não corresponde a soma das porcentagens de cada uma das turmas, mas sim ao número total de alunos que responderam.

7.1.1 Experimento da Caixa

Alguns alunos mencionaram o fato da importância da luz no processo de visão, onde, em falas como “*porque aprendi que precisamos da luz para enxergar, além dos olhos é claro*”, “*ligar a luz e diz o que está vendo*”, ou ainda, “*muito legal quando a Tairine ligou a luz e apareceu alguns objetos*”, conseguimos notar que com esta atividade experimental eles conseguiram relacionar diretamente o papel da luz para que possamos enxergar.

Houve ainda dois alunos que conseguiram lembrar os objetos que estavam dentro da caixa.

Na segunda subcategoria, dois alunos mencionaram o fato de que tal experimento aguçou a sua curiosidade. Que podemos ver em:

Aluno: “*Gostei do experimento da caixa porque eu gosto de adivinhar*”.

Um dos alunos respondeu: “*Adoro fazer experimentos*”. E ainda destacou o fato de que achou interessante fazer o registro desta atividade.

Os que são classificados como sem justificativa aparecem apenas mencionando o fato de que o experimento é legal, fácil, etc. e para estes tipos de respostas não podemos inferir o porquê do gosto pelo experimento.

Houve dois alunos que escreveram: “*Porque foi a que aprendi mais*”. Aqui não sabemos exatamente o porquê eles acharam que aprenderam mais, então, também classificamos como sem justificativa.

Podemos verificar na tabela 2, a porcentagem de alunos divididos nestas subcategorias citadas.

Tabela 2: Justificativas para a preferência pelo experimento da caixa escura

Justificativa observada	Turma 1	Turma 2	Turma 3	Total ⁴
Verificou o papel da luz no processo.	44,4%	100%	62,5%	60%
Aguçou a curiosidade	22,2%	0%	0%	10%
Adora fazer experimentos	11,1%	0%	0%	5%
Sem justificativa	22,2%	0%	37,5%	25%

7.1.2 Experimento do Prisma

Quando analisamos as respostas dos alunos que mencionaram o prisma como o experimento mais interessante, conseguimos verificar que alguns deles adoram fazer experimentos onde consigam manipular os instrumentos. Podemos observar nas respostas:

Aluno: *“Porque nós usamos o ‘data show’ e o prisma”.*

Aluno: *“... porque da para fazer ‘discoteca’.”*

Observamos também que houve um tom de surpresa em algumas respostas, pois os alunos desconheciam a decomposição da luz branca, e podemos verificar na fala: *“... porque eu não sabia que existia tudo isso e quando a gente foi lá na frente eu achei incrível.”*

Alguns alunos relacionaram o experimento com um fenômeno do cotidiano, o arco-íris.

Aluno: *“... porque forma um arco-íris...”.*

Neste experimento também houve aluno que não mencionaram o porquê de gostarem da atividade e por isso consideramos sem justificativa. Como por exemplo em:

Aluno: *“... porque foi divertido”.*

Aluno: *“... porque o prisma é legal”.*

Tabela 3: Justificativas para a preferência pelo experimento da decomposição da luz.

Justificativa observada	Turma 1	Turma 2	Turma 3	Total ⁴
Manipulação dos objetos	17%	14%	17%	16%
Desconhecimento da decomposição da luz branca	33%	14%	50%	31%
Relação com fenômeno cotidiano	17%	0%	33%	16%
Sem justificativa	33%	72%	0%	37%

7.1.3 Disco de Newton

Nesta categoria verificamos que a maioria dos alunos gostou do disco de Newton por observarem uma coisa totalmente nova para eles. Como podemos ver nas respostas:

Aluno: “... mudar de cor daquele jeito parece mágico...”.

Aluno: “... porque nunca pensei que todas as cores dão a cor branca”.

Porém também notamos que os alunos não conseguiram relacionar que o experimento do prisma era o oposto do disco, e assim para eles todas as cores juntas “virando” branco pareceu algo totalmente novo.

Os alunos ainda consideraram a confecção do disco, ou seja, a pintura e a manipulação ao girar, como em: “*porque tivemos que pintar o disco*” e “*porque foi legal fica girando o disco*”, fora muito importante para eles. Neste caso é possível verificar que para algum deles a atividade lúdica é muito importante ainda para o aprendizado e lembrança do que lhes foi mais importante. Como podemos ver na resposta “*porque foi divertido*”, dada por outro aluno.

Houve outro estudante que respondeu: “... nem precisa fazer alguma coisa grande para dar a cor branca...”. É possível observar que, este aluno específico, considerou a atividade fácil, frente ao que ele supostamente imagina ser um “experimento”.

Nesta categoria, também classificamos algumas respostas sem justificativa.

Tabela 4: Justificativas para a preferência pelo experimento do disco de Newton

Justificativa observada	Turma 1	Turma 2	Turma 3	Total ⁴
Fenômeno novo	43%	50%	75%	53%
Confecção e manipulação do disco	43%	25%	0%	27%
Simplicidade do experimento	14%	0%	0%	7%
Sem justificativa	0%	25%	25%	13%

7.1.4 Outros

Esta categoria foi criada, pois alguns alunos mencionaram atividades específicas, como por exemplo, a atividade do Sol, onde o intuito da aula foi mostrar como a luz é produzida no Sol, e um aluno comentou: “... *libertou minha curiosidade*”.

Um aluno respondeu que a atividade mais interessante foi o diário de bordo, já que para ele: “... *porque eu não sabia que existia um diário de bordo e porque eu gostei de ter um diário*”.

Houve também um interesse na atividade com o tablet, e eles justificaram respondendo que: “... *porque eu gosto de mexer na internet*”.

Alguns alunos responderam que gostaram de todos os experimentos, pelo gosto de fazer os mesmos e porque acharam todos legais. Que podemos ver em:

Aluno: “... *porque são legais*”.

Aluno: “... *porque achei todas interessantes*”.

Aluno: “... *porque eu acho legal fazer experimentos*”.

Tabela 5: Outras atividades mencionadas⁵

Atividade mencionada	Turma 1	Turma 2	Turma 3	Total ⁴
“do Sol”	1	0	0	12,5%
Diário de bordo	0	0	1	12,5%
Tablet	0	2	1	37,5%
Todos	0	3	0	37,5%

7.2 O QUE VOCÊ ACHOU DE TER FÍSICA NO 4º ANO?

Nesta questão classificamos quatro categorias principais, que estão dispostas na Tabela 6:

Tabela 6: O que você achou de ter Física no quarto ano?

O que você achou de ter Física no 4º ano?	Turma 1	Turma 2	Turma 3	Total ⁴
Gostou	61%	85%	90%	77%
Mais ou menos	4%	5%	5%	5%
Indefinido	4%	5%	5%	5%
Sem resposta	31%	5%	0%	13%

Para a primeira categoria, onde os alunos afirmaram que gostaram de ter Física no quarto ano, verificamos em suas respostas o porquê eles teriam gostado, classificando em quatro subcategorias, que podem ser vistas na tabela 7.

⁵ Nesta tabela estão mencionados, por turma, o número de alunos, e não a porcentagem, devido a baixa incidência de outras atividades mencionadas.

Tabela 7: Por que gostaram de estudar Física?

Por que gostou?	Turma 1	Turma 2	Turma 3	Total ⁴
Novidade	43%	12,5%	39%	32%
Uso da atividade experimental	28,5%	56,25%	5%	29%
Sem justificativa clara	28,5%	25%	28%	27%
Outros	0%	6,25%	28%	12%

Classificamos como sem justificativa, os alunos que apenas mencionaram o fato de terem gostado da atividade, e não colocaram o porquê de tal gosto. Assim nós consideramos que não houve justificativa, pois não nos permite identificar o que foi interessante para eles. Podemos verificar que o modo como a questão 4 fora formulada deixou uma lacuna para que os alunos não explicitassem suas justificativas sobre o porquê gostaram de ter Física.

Aluno: “...acho boa a Física”.

Aluno: “.. eu gostei de Física no 4º ano porque eu acho uma matéria legal...”

Na segunda subcategoria verificamos que houve citação explícita da novidade de estudar Física.

Aluno: “... é uma coisa nova...”.

Aluno: “... porque aprendemos mais e vamos ensinar outras pessoas”.

Alguns alunos destacaram a atividade experimental como parte importante pelo gosto das aulas de Física.

Aluno: “... fizemos o disco de Newton e também por causa dos experimentos...”.

Aluno: “... eu aprendi a fazer experimentos”.

Na categoria “Outros”, verificamos o fato de que, neste caso, as respostas dos alunos não se encaixam em nenhuma das subcategorias já criadas, mas ainda assim justificam o porquê gostaram de terem Física no 4º ano. Como podemos ver nas respostas abaixo:

Aluno: “... porque fizemos pesquisas e libertamos a curiosidade”.

Aluno: “... porque quanto mais cedo nós aprendemos melhor”.

Aluno: “... *porque assim ficamos mais espertos*”.

Aluno: “... *nunca pensei em ter física no 4º ano...*”.

Para a segunda categoria da Tabela 6, os alunos acharam “mais ou menos” terem Física no 4º ano, por motivos variados, como podemos observar em:

Aluno: “... *eu odiei aquele diário, “mais” os experimentos e debates foram bons...*”.

Aluno: “... *porque eu não entendi direito as coisas, os experimentos e o disco...*”.

Aluno: “... *porque eu acho que ainda não estamos preparados para isso...*”.

Classificamos como indefinido, quando a resposta do aluno não era totalmente clara, em relação ao que ele achou legal (se foi em relação a aula ou a pesquisadora). Na fala: “... *Foi legal porque a Tairine é bem calma.*”, não podemos definir ao que o aluno estava se referenciando como legal.

Alguns alunos não responderam a primeira pergunta da questão 4, e então classificamos como sem resposta.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi criar situações didáticas para o ensino da Física no EF nas séries iniciais, tomando como base conceitos de Óptica. Para que isso fosse alcançado elaboramos intervenções apropriadas às crianças desta faixa etária (entre 8 e 10 anos), utilizando de atividades experimentais que estimulassem o pensamento lógico, científico e crítico.

Com isso, aplicamos durante dois meses as aulas descritas no Anexo C, porém nem sempre seguindo aquele módulo previsto, já que conforme fomos aplicando foi possível modificar o plano, a fim de melhorá-lo e assim conseguir maior interação entre a pesquisadora e os alunos.

Logo no início da aplicação das atividades nos atentamos ao fato de que as crianças guardam novas informações, vindas pela escola ou por outros meios, com muita facilidade, e sempre querem expressar o que já sabem ou ainda o que já ouviram falar sobre o assunto. Isso ocorreu no caso, onde a professora, na parte trabalhada sobre o universo, apresentou o espaço como composto de matéria escura, e por isso quando fomos trabalhar a parte do caminho da luz do Sol até a Terra gerou um pequeno conflito interno para os alunos, já que antes eles tinham aprendido que o espaço era composto de matéria escura, e agora a pesquisadora disse que não havia nada, ou seja, o vácuo. Observamos que para eles a palavra matéria escura, é como se o espaço estivesse “cheio de alguma coisa”, e com isso a luz vinda do Sol não poderia percorrer um caminho livremente até a Terra, assim a matéria escura deveria bloquear a passagem de luz, servindo como uma espécie de meio opaco.

Ao analisar o trabalho dos alunos com o tablet, foi possível verificar que nesta faixa etária podemos fazer atividades para que eles criem critérios em suas pesquisas, pois sempre antes de entrar em qualquer site, os alunos nos chamavam e questionavam o que eles poderiam acessar.

As considerações das concepções prévias mapeadas em outros trabalhos se mostraram importantes, pois estavam presentes nas hipóteses iniciais dadas pelos estudantes quando perguntamos o que era preciso para enxergar. E ao observarmos as respostas dos alunos ao questionário, onde eles escolheram a caixa escura como o experimento mais interessante, é visto que a maioria dos alunos (60%) conseguiu verificar, a partir do experimento, o papel da luz no processo de visão.

As atividades experimentais realizadas se mostraram de suma importância para o interesse das crianças durante as intervenções. Na análise das respostas do questionário, aproximadamente 30% dos alunos destacaram o fato de considerar o experimento como parte fundamental no “porque gostaram de ter Física no 4º ano”. E além de despertar esse interesse nos estudantes, a atividade experimental é parte fundamental para que ocorra um possível

processo de aprendizagem, pois os alunos das séries iniciais encontram-se num estágio cognitivo no qual, apesar de realizarem operações mentais, ainda necessitam do contato com o concreto para operarem cognitivamente (Campos et al, 2012).

Observamos, também, que os alunos não relacionam os experimentos, por exemplo: o do prisma e do disco de Newton, como complementares, pois, para Piaget (1967), nas crianças desta faixa etária o pensamento ainda está voltado para o mundo real, ou seja, as operações se prendem a experiências concretas, não envolvendo operações de lógica (Ferracioli, 1999). Com isso podemos verificar a importância do papel do professor como mediador, a fim de ajudar na associação destes experimentos e também com o mundo real, como resalta Zanon e Freitas (2007).

Ao se trabalhar com as séries iniciais é preciso um trato diferenciado, principalmente da linguagem, do que quando trabalhamos com o EM, mas na graduação não recebemos este tipo de formação voltada para o EF. Durante a aplicação da proposta a professora da turma foi essencial para o encaminhamento das aulas, já que ela foi me ajudando com os termos utilizados com as crianças. Indo de encontro a isso, também temos a opinião da professora da turma sobre a inserção da Física no EF, na qual achou muito importante para a formação do pensamento investigativo dos estudantes e se pronunciou favorável a levarmos a diante tal trabalho em conjunto, entre universidade e escola, através de projetos, capacitações, etc.

Contudo, tivemos dificuldades para analisar os diários de bordo, que a princípio seriam foco principal da análise, pois eles refletem muito que foi discutido após o fechamento de cada atividade. As hipóteses iniciais não aparecem explicitamente porque, por muitas vezes, os estudantes modificavam suas respostas baseados nas falas dos colegas, da pesquisadora e da professora. Foi observado que eles sentiam a necessidade de escreverem as respostas “corretas”. Isso aponta a necessidade de algumas modificações na condução das situações propostas, porque pode não ter ficado claro da importância dos alunos colocarem suas suposições iniciais sem se importar com o estar “certo” ou não. Também é necessária, para futuras aplicações da proposta e de trabalhos, a elaboração de outros instrumentos para a verificação do aprendizado.

Apesar de encontrarmos algumas dificuldades, a sequência proposta foi bem sucedida, uma vez que os estudantes participaram efetivamente das discussões em sala. A grande maioria mostrou interesse durante as intervenções e ao final gostaram do que lhes foi apresentado, como podemos ver na Tabela 6, da seção anterior. Isso reflete na importância em se trabalhar a Física nos anos iniciais, já que é uma “coisa nova” para os alunos, e ainda consegue despertar o interesse e a curiosidade. Além disso, foi possível

observar que, ao longo da intervenção, os estudantes foram participando cada vez mais, com perguntas e hipóteses, sobre os fenômenos que foram discutidos. Desde modo, é possível e viável a introdução da Física nas séries iniciais através de sequências e atividades como as propostas neste trabalho.

9 REFERÊNCIAS

ANDERSON, Charles W.; SMITH, Edward L. **Children's Conceptions of Light and Color: Understanding the Role of Unseen Rays**. Research Series No. 166. 1986.

ANDRADE, Cláudia Terezinha Jraige de. **Luz e cores: uma proposta interdisciplinar no Ensino Fundamental**. 2005.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências Naturais – (1ª a 4ª Série)**. Secretaria de Educação Fundamental, 1997, Brasília.

CAMPOS, B. S., et al. **Física para Crianças: Abordando Conceitos Físicos a partir de Situações Problemas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 34, n. 1, 1402, 2012.

DIETRICH, Bianca; BECKER, Cristina e BATISTA, Daiana. **Óptica, luz e cores: uma proposta inovadora para o ensino de física**. Revista Modelos – Revista anual, vol 1, 2011.

FERRACIOLI, Laércio. **Aprendizagem, desenvolvimento e conhecimento na obra de Jean Piaget: Uma análise do processo de ensino-aprendizagem em ciências**, Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, Brasília, v. 80, n. 194, p. 5-18, 1999.

FIGUEIREDO, Aníbal e PIETROCOLA, Maurício. **Luz e Cores**, FTD, 1997, São Paulo.

GOULART, Silvia M.; DIAS, Elisa C. N.; BARROS, Susana L. de Souza. **Conceitos espontâneos de crianças sobre fenômenos relativos à luz: análise qualitativa**, Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 6, n.1, p. 9-20, 1989.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 9ª edição, Bookman, 2002, Porto Alegre.

LIMA, Sorandra Corrêa de; TAKAHASHI, Eduardo Kojy. **Construção de conceitos de eletricidade nos anos iniciais do Ensino Fundamental com uso de experimentação virtual**, Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 2, 3501, 2013.

MONTEIRO, Marco Aurélio Alvarenga; TEIXEIRA, Odete Pacubi Baiarl. **Ensino de Física nas séries iniciais do ensino fundamental: um estudo das influencias e das experiências docentes em sua prática em sala de aula**, Investigações em Ensino de Ciências, v. 9, n.1, p. 7-25, 2004.

MOTTA, Cristiane. **Aprender Juntos Ciências 5: Ensino Fundamental**, 3ª edição, Edições SM Ltda, 2011, São Paulo.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de Física Básica**, vol 4, 1ª edição, Editora Blucher, 1998, São Paulo.

PIETROCOLA, Maurício et al. **Coleção Física em Contextos**, v. 3, 1ª edição, FTD, 2010, São Paulo.

PINHO ALVES, José. **Atividade experimental: uma alternativa na concepção construtivista**, VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2002.

da ROSA, Cleci Werner; PEREZ, Carlos Ariel Samudio; DRUM, Carla. **Ensino de Física nas séries iniciais: Concepções da prática docente**, Investigações em Ensino de Ciências, v. 12, n. 3, p. 357-368, 2007.

da ROSA, Cleci Werner; da ROSA, Álvaro Becker; PECATTI, Claudete. **Atividades experimentais nas séries iniciais: relatos de uma investigação**, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 6, n. 2, p. 263-274, 2007.

SCHROEDER, Carlos. **A importância da Física nas quatro primeiras séries do ensino fundamental**, Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 1, p. 89-94, 2007.

SECCO, Lucélia. **Ciência, 5º ano: Ensino Fundamental**, 1ª edição, Editora PD, 2011, São Paulo.

SERWAY, Reymond A. e JEWETT, Jr, John W. vol. 4, 3ª edição, Thomson Learning, 2007, São Paulo.

ZANON, Dulcimeire Ap Volante; FREITAS, Denise de. **A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem**. Ciências e Cognição/Science and Cognition, v. 10, 2007.

ANEXO A - EXPERIMENTOS

Experiência 1: Caixa Escura

Materiais utilizados:

- Caixa de papelão
- Lanterna
- Objetos de diversas cores
- Fita adesiva
- Cola
- Tinta preta

Montagem:

Pintar a parte interna da caixa de preto. Vedar a caixa de papelão completamente, com o auxílio da fita e da cola, deixando apenas dois furos, um para a lanterna e outro para que a pessoa possa olhar para dentro da caixa, como mostra a figura 14.



Figura 14: Ilustração da caixa por fora

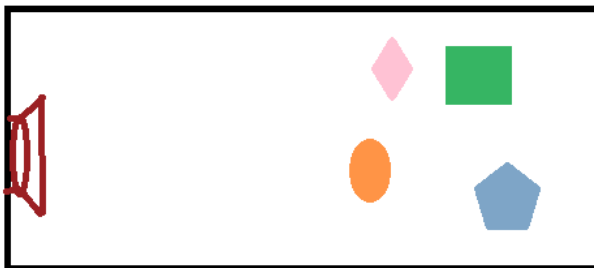


Figura 15: Ilustração da caixa por dentro com a lanterna acesa

Procedimento:

Com a lanterna apagada, verificar que não conseguimos enxergar “nada”, muito menos as cores dos objetos. Após ligar a lanterna conseguir distinguir os objetos e suas cores.

Experiência 2: Dispersão da luz por um Prisma:

Materiais utilizados:

- Prismas;
- Fontes de luz branca (sol, lâmpada da sala de aula, projetor).

Procedimento:

Fazer com que a luz branca seja dispersa pelo prisma, fazendo assim que apareça o leque de cores, semelhantes a um arco-íris.

Experiência 3: Disco de Newton

Materiais utilizados:

- Cartolina branca
- Compasso
- Lápis de cor
- Régua
- Palito de churrasco

Montagem:

Utilizando o compasso, fazer círculos de cartolina, de aproximadamente quinze centímetros de diâmetro. Dividir o círculo em sete

partes, colorindo cada uma com uma das cores do arco-íris. Aproveitando o furo do compasso e inserir um palito de churrasco nesta região.

Procedimento:

Gire rapidamente o palito, como se fosse um pão, e observe o que acontece com as cores.

ANEXO B - SLIDES

Slide 1



Slide 2



Slide 3



Slide 4



ANEXO C - PLANOS DE AULA

Aula 1 e 2:

- Tema: Confeção do Diário de Bordo e “O que é preciso para enxergar?”
- Objetivo: Ao final da aula os alunos deverão saber o que é e como fazer um diário de bordo e ainda compreender a importância da luz para a visão.
- Recursos instrucionais: Quadro, giz, retroprojeter, computador e materiais descritos no experimento da caixa escura (Anexo A).
- Quadro sintético:

Momentos	Descrição	Tempo estimado
Momento 1	Como fazer um diário de bordo	± 45 min
Momento 2	Questionamentos sobre o que é preciso para enxergar	± 10 min
Momento 3	Atividade com a caixa escura	± 15 min
Momento 4	Discussão sobre o experimento e sobre a importância da luz para enxergar	± 20 min

- Momento 1:

Pedir aos alunos se eles sabem o que é um diário? Então falar sobre o que é o diário de bordo.

Diário de bordo é como se fosse aqueles nossos diários de tempos atrás, porém neste caso vocês irão descrever o que é discutido e comentado nas aulas e cada um também irá escrever o seu entendimento sobre o que foi falado.

[passar no quadro, e isso será anotado na primeira parte do diário] O que vocês irão escrever no diário?

- Quando houver atividade experimental vocês irão:

- Colocar a questão principal (que será mencionada pela professora)
- O que vocês esperam que aconteça? (antes de fazer o experimento)

- Como é feito o experimento (passos, o que usou)
- Escrever o que vocês observaram com o experimento
- Por que será que aconteceu “tal” fenômeno? Tentem explicar os resultados.
- Colocar possíveis conclusões.

- Quando houver discussão em sala: no final da discussão escrever no diário uma síntese do que foi discutido e também expressar o seu entendimento.

- Após as explicações entregar o diário aos alunos, confeccionados por folhas de papel almaço, cortadas pela metade. Falar para eles fazerem a capa, colocando o nome e a turma, e ainda possíveis desenhos. Depois eles irão anotar o que está no quadro. (± 45 min)

- **Momento 2:**

- Primeiramente iremos pedir aos alunos o que eles acham que é preciso para enxergar, levando em conta que a literatura trás consigo que a maioria das crianças nesta idade crê que apenas o olho é necessário, deixando de lado a importância da luz. – Pedir que eles escrevam suas suposições no diário. (± 10 min)

- **Momento 3: Atividade com a caixa escura:**

O experimento consiste em uma caixa, vedada, com apenas dois furos: um para a lanterna e outro para a observação. Os grupos, um por vez, irão até a caixa e observarão primeiro com a lanterna apagada e depois com a lanterna acesa dentro da caixa. Então eles voltarão para seus lugares e escreverão no diário a discussão da atividade experimental, conforme os passos já anotados por eles na aula 1. (descrevendo também os objetos que estão dentro da caixa, suas cores, tamanhos e formas). (± 15 min)

- **Momento 4:**

Após a atividade experimental, pediremos novamente para os alunos o que é preciso, então, para enxergar, para que eles confrontem com suas ideias iniciais ou ainda, as confirmem (± 20 min)

Aula 3 e 4

- **Tema: Papel do Sol e Materiais transparentes**

- Objetivos: Os alunos deverão compreender como a luz do sol chega até nós e como é seu comportamento através dos meios transparentes.
- Recursos instrucionais: Quadro, giz, retroprojeter, tablet.
- Quadro sintético:

Momentos	Descrição	Tempo Estimado
Momento 1	Como a luz é produzida no Sol, e seu caminho até a Terra	± 15 min
Momento 2	Pesquisa sobre a composição da atmosfera	± 20 min
Momento 3	Discussão sobre o que os alunos pesquisaram sobre a atmosfera, passagem a luz visível e o papel do protetor solar	± 20 min
Momento 4	Discussão dos materiais transparentes, partes da luz que passa ou não pelo material e como ela influencia sobre o material.	± 30 min

- Momento 1:

Falar com os alunos sobre a luz artificial e a luz natural: de dia mesmo com as luzes da sala apagadas, por exemplo, conseguimos enxergar os objetos, as pessoas? (podemos desligar a luz da sala para testar).

-Pedir então: Mas como a luz é produzida do Sol?

Falar que dentro do sol ocorre uma reação que faz com que ele seja muito quente, a temperatura lá chega a 6275 °C mais ou menos, essa grande temperatura faz com que seja emitida uma luz muito intensa.

- Como essa luz chega até na Terra? O que há entre o Sol e a Terra? Vácuo, que é a ausência de ar, ou seja, a luz vem livremente até a Terra, sem “barreiras”, podemos dizer. Porém quando ela chega na Terra, o que ela encontra? (Atmosfera, esperar a resposta dos alunos) (falar para eles anotarem o que entenderam no diário).

- Momento 2:

Os alunos então irão pesquisar, utilizando os tablets, sobre a atmosfera: do que é composta, o que acontece nela... Dizer também para que eles anotem suas dúvidas, para que depois sejam expostas e assim dar seguimento a sequência. Eles anotarão a pesquisa e as perguntas no diário.

- Momento 3

- Observar as questões e então conversar com eles sobre a composição da atmosfera (O_2 , N_2); sobre a passagem de uma parte da luz, ou seja, a luz visível.

- Ver se eles já comentam sobre o ultravioleta, e pedir por que eles acham que está ficando cada vez mais perigoso ficar exposto ao sol, sem proteção. – Papel do filtro solar.

- Momento 4

Falamos que a atmosfera é transparente, que outros materiais que vocês conhecem que são transparentes? (Possíveis respostas: vidro, plástico, etc.).

Por que eles são transparentes mesmo? (Porque eles deixam “passar” a luz visível). Mas a luz é composta só por aquilo que vemos? (Se alguém responder que não, perguntar pelo mais o que ela seria formada?) Quando encostamos, por exemplo, no vidro na janela da sala pela manhã, e depois de uma tarde ensolarada encostamos de novo, que diferença há no vidro? O que será que fez com que o vidro esquentasse?

Há “partes” da luz que a gente não consegue ver, porém influenciam sobre as coisas que a luz incide. O ultravioleta e o infravermelho são partes da luz que não conseguimos enxergar, porém que influenciam e interferem sobre as coisas que elas incidem. Então podemos dizer que o vidro, mesmo deixando a luz visível aos nossos olhos passar, ele absorve uma parte da luz, que não é visível, e essa absorção faz com que depois de um tempo exposto ao sol, o vidro esquente.

- Pedir para eles escreverem no diário seus entendimentos sobre a atmosfera e os materiais transparentes, e o que eles acharam da atividade.

Aulas 5 e 6

- Tema: “Cor da luz do Sol” e Objetos Opacos – Cores dos objetos
- Objetivos: Ao final desta aula os alunos deverão compreender que a luz branca é a soma de outras cores e ainda saber como enxergamos os objetos coloridos, através da reflexão.
- Recursos instrucionais: Quadro, giz, retroprojeter e materiais descritos no experimento do prisma (Anexo A).
- Quadro sintético:

Momentos	Descrição	Tempo
----------	-----------	-------

		estimado
Momento 1	Verificar as concepções dos alunos sobre a “cor da luz do sol”.	± 10 min
Momento 2	Atividade experimental: prisma	± 20 min
Momento 3	Decomposição da luz branca.	± 15 min
Momento 4	Discussão sobre a reflexão e absorção da luz pelos objetos, e sua influência sobre as cores.	± 45 min

- Momento 1:

Pedir aos alunos qual é a “cor da luz do Sol”? (Observar as falas dos alunos sem dar respostas). Falar para eles escreverem do diário suas respostas.

- Momento 2: Atividade experimental: Prisma

Cada grupo receberá um prisma e uma folha branca, e com auxílio das professoras tentarão fazer com que “aconteça alguma coisa” com o prisma e a luz solar, ou até mesmo a luz branca da sala de aula. (Pedir para eles como eles podem deixar a folha branca colorida sem usar lápis de cor, apenas usando o prisma?). Eles irão descrever no diário antes de testarem, quais são suas expectativas, e depois a descrição da atividade e conclusões, como sugerido na aula 1.

- Momento 3:

Decomposição da luz branca: Pedir do que ela é composta? O que foi colocado de diferente, entre a luz e a folha branca, para que aparecesse o leque de cores? (O prisma). Então o meio pelo qual a luz passa interfere em como vemos o espalhamento da luz. (Se eles ainda não tiverem mencionado o arco-íris, falar que quando chove a atmosfera “muda” sua composição, que outro elemento tem há mais lá? (água), então com essa mudança de meio, a luz sofre a dispersão, fazendo com que enxergamos o arco-íris). (± 15 min)

- Momento 4:

Pedir aos alunos: Se a luz branca é composta de todas as cores, como enxergamos os objetos com cores diferentes, por exemplo, os objetos na caixa?

A luz é uma forma de energia, que, como vimos antes, interage sobre as coisas que ela incide. Nos materiais transparentes o que acontece com a luz? (Fazer uma breve recordação sobre a passagem da luz visível e a absorção do ultravioleta e infravermelho).

Já nos objetos opacos, conseguimos enxergar diferentes cores, pois quando a luz incide sobre o objeto, por exemplo, em um patinho amarelo, dizemos que

o patinho absorve a maior parte das outras cores que compõe a luz branca e reflete, preferencialmente, a cor amarela.

Então num objeto branco, por exemplo, em uma camiseta branca, o que acontece com a luz? E em uma camiseta preta? (Ver as possíveis respostas dos alunos). Pedir também, o que esquentam mais no Sol, a camiseta branca ou preta? – Pedir que eles anotem suas possíveis respostas no diário.

Quando vemos a cor branca na camiseta, por exemplo, na verdade estamos vendo a luz branca “inteira” sendo refletida e chegando até nossos olhos. Já na camiseta preta, a luz branca é totalmente absorvida, logo essa luz que é absorvida se transforma em outra forma de energia, que como no caso do vidro é energia térmica. Por isso quando saímos no sol com uma camiseta preta, sentimos que ela “esquentam” mais.

Os alunos deverão escrever no diário seus entendimentos, e o que acharam sobre esta atividade.

Aula 7 e 8

- Tema: Cor da luz da fonte e Sombras
- Objetivos: No final desta aula os alunos deverão saber a diferença das cores primárias na Física e nas Artes, e também a cerca da propagação retilínea da luz.
- Recursos instrucionais: Quadro, giz, retroprojeter e materiais descritos na experiência do disco de Newton (Anexo A).
- Quadro sintético:

Momentos	Descrição	Tempo estimado
Momento 1	Experimento disco de Newton	± 20 min
Momento 2	Experimento caixa escura com diferentes filtros	± 15 min
Momento 3	Vídeo sobre cores primárias e discussão sobre as mesmas e suas diferenças com as cores primárias em artes.	± 20 min
Momento 4	Brincadeira sobre sombras com os alunos (essa parte não será analisada no trabalho)	± 45 min

- Momento 1: Experimento do disco de Newton.

Entregar os materiais para os grupos, e lançar a seguinte questão: Se a luz branca é composta pelas diversas cores que observamos na decomposição

da luz no prisma, será que conseguimos fazer o processo inverso, juntando essas cores, conseguimos obter a luz branca? Pedir para que os alunos escrevam nos diários, conforme mencionado na aula 1, suas expectativas e suposições para o experimento. Depois destas primeiras anotações, auxiliar aos alunos na confecção e entendimento sobre o funcionamento do disco (Anexo A), e no final pedir para eles anotarem o procedimento que utilizaram e o que compreenderam sobre.

- **Momento 2:**

Voltamos para o experimento da caixa, agora utilizando três filtros sobre a luz da lanterna: verde, azul e vermelho. Que são as cores primárias para a luz.

Primeiro pediremos aos alunos: quando ligamos a lanterna dentro da caixa, que cores eles tinham? Agora, grupo a grupo, irão vir até a caixa, ligar a lanterna, e experimentar colocar diferentes filtros sobre a luz da lanterna (com o auxílio da professora), e anotarão no diário que filtros utilizaram, como utilizaram (1 ou mais sobrepostos) e como ficaram as cores dos objetos com os diferentes filtros.

- **Momento 3:**

Após as anotações dos alunos, começar uma discussão sobre as possíveis conclusões sobre o que eles observaram, e falar um pouco sobre as cores primárias na física e suas interações. (Passar vídeo – Física e o Cotidiano - óptica – parte 1- 7:42 min).

Depois do vídeo, pedir se eles já tinham ouvido falar sobre cores primárias, em artes, por exemplo. Mostrar que as cores primárias em pigmentos (amarelo, vermelho e azul) são diferentes que as cores primárias nas luzes. E que na junção delas não obtemos a cor branca, e sim uma outra cor, que cor seria esta? (preto)

Após a discussão os alunos deverão anotar seus entendimentos, e o que acharam da atividade.

- **Momento 4:**

Perguntar, inicialmente, aos alunos o que eles acham que é uma sombra. A partir das respostas mencionar que temos a sombra, porque há um obstáculo para luz, e naquele lugar onde observamos a sombra é onde temos a ausência de luz. Podemos dar o exemplo, ligando o projetor com a luz branca, e fazendo a sombra sobre a tela branca, neste momento grupos de alunos podem vir até a frente e testar as sombras, e ainda podemos mencionar sobre a penumbra, ou seja, os lugares onde apenas “um pouco” da luz chega.

Após, se possível, traremos a caixa de luzes primárias, foto abaixo, para falarmos um pouco sobre as sombras coloridas. Que quando aparece o ciano é porque apenas a luz azul e verde está chegando naquele local, e assim por diante.

Após isso os alunos deverão anotar em seus diários seus entendimentos sobre sombras “escuras” e sombras “coloridas”.

ANEXO D – QUESTIONÁRIO

Avaliação das Atividades de Física

Nome:

Turma:

1. Faça um X nas atividades que você participou e nas linhas escreva o que aprendeu em cada aula.

() Diário de Bordo

() O que é preciso para enxergar; Experimento da caixa

() Como a luz passa pelos materiais transparentes

() Qual é a cor da luz do Sol; Experimento do prisma

() Como enxergamos o mundo colorido

() Experimento do Disco de Newton

() Atividade com as sombras coloridas

2. Que caminhos fizemos para aprender sobre cor e luz na Física?

3. Das atividades realizadas, qual você achou a mais interessante e por quê?

4. O que você achou de ter Física no 4º ano? Achou boa, ruim, ou mais ou menos a participação da Tairine e por quê?

ANEXO E – CARTA DE INFORMAÇÃO SOBRE O TRABALHO E TERMO DE COMPROMISSO LIVRE E ESCLARECIDO.

Carta de informação sobre o trabalho e termo de consentimento livre e esclarecido

Por meio desta apresento uma breve descrição do trabalho “Luz e cores em turmas de quarto ano do ensino fundamental”, onde constam seus objetivos, métodos e uma descrição da participação de seu(ua) filho(a).

“Luz e cores em turmas de quarto ano do ensino fundamental”

Pesquisadora: Tairine Favretto

Orientador: Paulo José Sena dos Santos

Departamento de Física – Universidade Federal de Santa Catarina

As pesquisas em ensino de ciências apontam que o ensino de Física nas séries iniciais pode contribuir muito para a construção do conhecimento científico das crianças, uma vez que a Física permite a compreensão de alguns aspectos da natureza que nos cerca e contribui para a formação do pensamento crítico. Entretanto, diversos estudos apontam para as dificuldades dos professores deste segmento em ministrar aulas que abordem conceitos físicos.

Os mesmos trabalhos apontam que nos primeiros anos a Física deve ser inserida de maneira que as crianças comecem a se familiarizar com o pensamento científico e investigativo, incentivem os estudantes a tomar decisões, a elaborar hipóteses para a resolução das situações problemas propostas e a conseguir fazer associações com o seu cotidiano.

Para que o exposto acima ocorra, os conceitos devem ser discutidos de uma forma lúdica com o uso de experimentos, que os estudantes possam olhar e tocar, que possibilitem a observação do resultado de suas ações, a reflexão sobre suas expectativas iniciais com o reforço ou a revisão de suas opiniões e conclusões.

A nossa contribuição aos trabalhos existentes constará da elaboração e aplicação de uma sequência didática sobre Luz e Cores. Nesta sequência serão

abordados, através de discussões em grupo e da feitura de alguns experimentos pelos alunos: a produção da luz branca, a sua decomposição através de prismas, a percepção das cores dos objetos, as cores primárias para a Física e as Artes e a formação de sombras.

Durante a aplicação da sequência proposta os dados serão coletados através dos seguintes instrumentos:

- Diário de observações do pesquisador.
- Produção escrita dos alunos (denominados no trabalho de diários de bordo).

O material produzido será analisado posteriormente, e será garantido sigilo absoluto sobre o nome dos participantes. Os resultados tem objetivo acadêmico e poderão ser divulgados através do trabalho de conclusão de curso, artigos científicos e comunicações em congressos.

Pretendemos que este trabalho traga contribuições para o ensino de Física nos primeiros anos possibilitando o desenvolvimento e a avaliação de metodologias que favoreçam a aprendizagem.

Desde já agradeço a sua colaboração.

Florianópolis, ____ de _____ de 2014

Tairine Fraveto

(email: tairinefavretto@gmail.com)

Telefone: (48) 91152525

Paulo José Sena dos Santos

(email: paulo.sena@ufsc.br)

Termo de Consentimento Esclarecido

Eu, _____, após a leitura da carta de apresentação, ciente do que será solicitado e sem dúvidas, CONCORDO com a participação do meu(inha) filho(a) _____ do trabalho proposto.

Entendo que o estudo poderá incluir a utilização de diários de observação e a análise da produção escrita dos alunos. Também entendo que a identidade de meu(inha) filho(a) não será revelada, que após a análise dos dados obtidos os resultados constarão de um trabalho de conclusão de curso e poderão ser utilizados em artigos e congressos científicos.

Entendo também que a qualquer momento posso retirar o meu(inha) filho(a) do projeto sem nenhum prejuízo.

Data, _____ de _____ de 2014,

(Assinatura)