

ANÁLISE DE UMA SEQÜÊNCIA DIDÁTICA PROPOSTA A PARTIR DAS CONCEPÇÕES DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO SOBRE LUZ E CORES

ANALYSIS OF A DIDACTICAL SEQUENCE PROPOSED FROM THE CONCEPTIONS OF STUDENTS IN HIGH SCHOOL ABOUT LIGHT AND COLOR

Juliana Machado

Universidade Federal de Santa Catarina/ Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica
julianam@ced.ufsc.br

Resumo

Este trabalho pretende propor e analisar o grau de adequação de uma seqüência didática que busca incorporar contribuições teóricas de pesquisas da área de Ensino de Física. Para esse fim, iremos descrever a estratégia e o processo de elaboração da seqüência, as atividades desenvolvidas e os resultados obtidos na aplicação desta em uma turma de Ensino Médio.

Argumentamos que a estratégia escolhida, qual seja, atividades experimentais conflitivas desenvolvidas através de demonstrações e apoiadas em uma exposição dialogada, mostra-se adequada e eficiente na aprendizagem dos estudantes em conceitos de Óptica.

Palavras-chave: concepções alternativas, ensino de Óptica, atividades experimentais conflitivas.

Abstract

This work intends to consider and to analyze the degree of adequacy of a didactic sequence that tries to incorporate theoretical contributions of research in Physics Teaching. Hence, we will describe the strategy and the process of elaboration of the sequence, the developed activities and the results gotten in their application with a group of high school students.

We argue that the chosen strategy, which is, conflictive experimental activities developed through demonstrations and supported for a dialogued exposition, reveal as an adequate and efficient alternative in pupil's learning about optics concepts.

Keywords: alternative conceptions, optics teaching, conflictive experimental activities.

INTRODUÇÃO

Este trabalho pretende propor e analisar o grau de adequação de uma seqüência didática que busca incorporar contribuições teóricas de pesquisas da área de Ensino de Física. Para esse fim, iremos descrever a estratégia e o processo de elaboração da seqüência, as atividades desenvolvidas e os resultados obtidos na aplicação desta em uma turma de Ensino Médio.

A seqüência didática elaborada faz parte de um Projeto Temático, cujo título é “O Céu Azul, o Arco-Íris e o Pôr-do-Sol” e que foi desenvolvido e aplicado pelos autores durante o ano

de 2006. Um Projeto Temático¹ é entendido aqui como um módulo didático centrado em um fenômeno físico, que deve contemplar, além da seqüência, materiais de apoio para o aluno e para o professor e planejamentos das aulas. No presente trabalho, analisaremos apenas um extrato dessa seqüência. A primeira parte desse extrato corresponde a uma aula preparada com o intuito de trabalhar a questão “por que o céu é azul?”, enquanto a segunda ocupa-se em estudar a absorção e reflexão seletiva da luz, conceitos fundamentais para a compreensão do tema “Luz e Cores”.

O Projeto Temático “O Céu Azul, o Arco-Íris e o Pôr-do-Sol”, originalmente, tem como objetivo favorecer a compreensão dos alunos sobre cada um dos fenômenos contidos no título do projeto. Assim, o céu diurno é adotado como cenário e contexto das aulas do módulo. Além do caráter lúdico que envolve pela beleza própria do tema e proximidade com o cotidiano dos estudantes, o que aumenta o potencial da construção de significados, esses fenômenos se mostram ainda bastante adequados para a exploração de conteúdos de Óptica, por favorecerem uma integração entre os conceitos principais.

A construção dessa proposta envolve, em primeiro lugar, uma revisão das concepções espontâneas sobre óptica já mapeadas na literatura (quando estas existem), cuja presença no grupo é, então, testada por meio de um questionário. A importância de considerar a existência e o papel das concepções espontâneas dos estudantes nas atividades de ensino têm sido amplamente discutida e justificada, principalmente a partir dos trabalhos de Driver e Easley (1978) e Viennot (1979). A influência dessas concepções na aprendizagem pode ser entendida, se recorrermos à noção bachelardiana de *obstáculo epistemológico* (BACHELARD, 1996), como um *obstáculo pedagógico*, que freqüentemente resiste ao processo educacional. Daí a necessidade de conhecê-las a fim de propor atividades que visem sua superação.

Para tanto, as respostas dos alunos às questões são avaliadas através de uma análise de conteúdo (BARDIN, 1977) e os resultados são usados como indicadores para a elaboração das atividades. Conhecendo a forma de pensar dos estudantes sobre um determinado conceito, buscou-se por atividades que permitam problematizar essa forma de pensar, gerando alguma situação na qual essas concepções prévias se revelassem inconsistentes ou insuficientes, ou seja, expusessem conflitos ou lacunas. Essa situação era então aproveitada para favorecer a construção de uma explicação nova e superior à antiga².

A estratégia empregada para problematizar os conceitos foi o uso de atividades experimentais. Posto que o objetivo é evidenciar a insuficiência das concepções espontâneas, essas atividades enquadram-se na categoria de “*atividades experimentais conflitivas*”, segundo a classificação de Pinho Alves (2002). Assim, uma concepção (ou duas, conforme fosse necessário) é eleita a partir das respostas dos alunos ao questionário e, em cada caso, coloca-se uma situação concreta que vai de encontro à correspondente concepção.

Outra característica das atividades experimentais utilizadas é a de terem sido desenvolvidas na forma de uma demonstração. Essa escolha deveu-se a duas razões. A primeira delas, de ordem prática, é a possibilidade de utilizar um único aparato, dispensando a necessidade de obter muitos equipamentos. A segunda razão está em permitir o desenvolvimento simultâneo de uma exposição dialogada, o que é fundamental na interação didática que se estabelece em uma situação conflitiva.

Uma fundamentação pedagógica adequada para essa proposta pode ser obtida a partir do referencial vygotskyano, utilizando argumentos semelhantes aos que foram empregados por Gaspar et al. (2005) em favor do uso da abordagem sócio-interacionista em atividades

¹ Uma descrição e uma análise mais detalhadas das atividades de elaboração de Projetos Temáticos na licenciatura em Física na UFSC pode ser encontrada em REZENDE JUNIOR (2006).

² Esta construção de uma explicação superior (científica) não implica, contudo, na obliteração das idéias antigas, já que não há mudança conceitual no sentido a que se referem Posner et al. (1982), conforme é bem delimitado por Mortimer (1996).

experimentais de demonstração. Vygotsky (2001), ao enfatizar a importância da interação entre os sujeitos no processo de aprendizagem, aponta para o valor da imitação como elemento mediador em uma circunstância de colaboração. Logo, é indispensável a presença de um sujeito a ser imitado, de onde se depreende o destaque dado por Vygotsky ao papel do professor:

“Porque na escola a criança não aprende o que sabe fazer sozinha, mas o que ainda não sabe fazer e lhe vem a ser acessível em colaboração com o professor e sob sua orientação” (VIGOTSKY, 2001).

Na etapa conclusiva, a aplicação desta estratégia é avaliada pelo desempenho dos estudantes em um exame final, e a análise das informações obtidas será usada para subsidiar uma avaliação do grau de adequação da seqüência.

A aplicação desta seqüência ocorreu em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio, no Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Santa Catarina. Do total de 25 alunos da turma, 22 responderam ao pré-teste (pesquisa de concepções espontâneas) e 21 estiveram presentes no exame final.

METODOLOGIA E APLICAÇÃO DA PROPOSTA

Parte 1: O Céu Azul

Não encontramos nenhum trabalho na literatura que se ocupasse da detecção de concepções alternativas sobre o porquê de o céu ser azul, com estudantes de nível médio ou fundamental. Por essa razão, optamos por uma pergunta aberta no questionário:

(Questão 1) Você já leu ou ouviu alguma explicação sobre o motivo do céu ser azul? Qual? Mesmo que nunca tenha ouvido alguma explicação sobre isso, qual você imagina que seja a razão da cor azul do céu?

Os resultados do pré-teste revelam que aproximadamente 46% dos alunos da turma entendem que o céu é azul porque reflete a cor do mar, como pode ser observado a partir do gráfico 1.1, em anexo (os valores representados nos gráficos referem-se a frequências absolutas). Essa concepção parece criar uma sensação de entendimento e confiança, ainda mais por estar corroborada por outras observações, como a do aluno que expressa a seguinte relação:

“97% da água do planeta está no mar, o céu é azul pois reflete a cor do mar. Quando o tempo está ‘feio’, a água do mar escurece”.

A fala desse aluno revela tanta confiança na dependência entre a cor do céu e a cor do mar que o próprio aluno não percebe a contradição da frase. Se, quando o tempo está “feio”, a água do mar escurece, então seria o mar a refletir a cor do céu, e não o contrário. Outras respostas também manifestaram essa reflexão “cíclica” entre o céu e o mar. Um aluno, ainda, menciona que “*Deve haver algum tipo de reflexão*”, sem se referir explicitamente à água do mar.

Parte dos motivos para a freqüente associação que os estudantes fazem com uma reflexão da água do mar pode estar ligada ao fato de se tratar de uma população que mora numa região litorânea e, portanto, estar habituada a ver o mar cotidianamente. Por outro lado, a afirmação de que o planeta é composto principalmente por água e também que a água dos oceanos cobre mais de dois terços da superfície do planeta já virou lugar-comum, o que pode fortalecer a associação com o azul do céu na imaginação das pessoas em qualquer localidade. A Internet também está repleta de *sites* sobre curiosidades e afins que trazem esta idéia. Tanto no caso mais restritivo (populações que vivem em regiões litorâneas) quanto no caso mais geral,

parece que essa concepção é induzida por uma transmissão social, por meio do compartilhamento de crenças do contexto sócio-cultural do indivíduo ou grupo.

Como o céu e o mar são vistos frequentemente (ao menos para os estudantes que vivem em regiões próximas ao mar) em um mesmo cenário e não há nada que os “separe” no sentido de impedir a reflexão do primeiro pelo segundo, foi preciso criar uma situação que permitisse eliminar a presumida influência do mar na coloração do céu. Para possibilitar a representação dessa situação, executamos uma atividade experimental que simula o espalhamento Rayleigh que ocorre na atmosfera, dentro de um recipiente de vidro cheio de água. Após escurecer completamente a sala, faz-se incidir a luz de um projetor de slides sobre o recipiente, ao qual adiciona-se certa quantidade de ácido sulfúrico e tiosulfato de sódio³ e, após aproximadamente dois minutos, observa-se que a água passa a ter um tom azulado, inicialmente claro e que se intensifica após mais alguns minutos.

A execução da atividade ocorre simultaneamente a uma exposição dialogada, que envolve problematizações teóricas como a observação de que o céu também é azul em regiões desérticas e muito distantes do mar ou de rios e o fato de o mar apresentar uma coloração verde em algumas praias. Discute-se então o que de fato está acontecendo no recipiente contendo a solução (que representa, nessa simulação, a atmosfera terrestre), detalhando o papel das partículas em suspensão que atuam como espalhadores. Slides apresentados em *data-show* apóiam a discussão, fazendo uso de esquemas e animações que representam o processo do espalhamento e a relação com as variáveis relevantes.

Como observação final e ligação para as aulas posteriores, mostra-se que a luz que sai do recipiente após ser espalhada, ao ser projetada num anteparo branco, torna-se progressivamente de um tom amarelo alaranjado e por fim vermelha, da mesma forma como a luz solar se mostra quando estamos no pôr-do-Sol.

Parte 2: Luz e Cores

Existe na literatura uma vasta quantidade de trabalhos que fornecem o mapeamento de concepções intuitivas dos estudantes acerca do tema Luz e Cores. Durante o planejamento da seqüência proposta, três delas foram escolhidas para serem testadas no questionário prévio. Estas aparecem no trabalho de Melchior e Pacca (2005), de onde extraímos as questões usadas no pré-teste (com pequenas modificações):

Questão 2) Ao ser iluminado com luz branca, um certo pedaço de papel parece azul. De que cor parecerá se o iluminarmos com luz vermelha? Justifique sua resposta.

Questão 3) Você entra numa sala escura. Em um canto, há um cenário verde iluminado com luz branca. No outro, um cenário branco iluminado com luz verde. Você pode notar a diferença entre os dois? Justifique sua resposta.

O critério para a escolha das categorias de concepções alternativas foi o da pertinência ao tema do módulo de ensino, a óptica atmosférica. Dessas três, duas delas podem ser sintetizadas em uma categoria mais geral. São: a concepção de que a cor do objeto é a cor da luz que o ilumina (exclusivamente) e a concepção de que a cor do objeto é determinada exclusivamente pelo próprio objeto.

³ Essa atividade é uma adaptação da proposta por Krapas e Santos (2002). A concentração para a qual obtivemos melhor eficiência foi: 20 gramas de tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) e de 2 a 4 miligramas de ácido sulfúrico (H_2SO_4) para 3,5 litros de água.

Para condensar a análise feita aqui, iremos tratar de uma categoria que contém a essência dessas duas, isto é, a idéia de que a cor de um objeto que vemos é determinada ou pelas propriedades intrínsecas do objeto, ou, unicamente, pela luz que o ilumina. Escolhemos sintetizar essa idéia pois a compreensão que pretendemos que seja assimilada pelos estudantes se contrapõe, ao mesmo tempo, às duas concepções. Essa abordagem é a mesma utilizada por Bravo e Pesa (2005), que chamam esta categoria de “*Reconhecimento parcial das variáveis – não-reconhecimento das interações*”.

Outra justificativa para agrupar essas duas concepções é o fato de alguns alunos terem demonstrado aceitar ambas simultaneamente, aplicando uma em cada situação. Como exemplo, tomamos o texto de um aluno, que responde à questão 2:

“Vermelho, pois o vermelho é uma cor forte e marcante, assim ultrapassando o papel sem modificação”.

O mesmo aluno escreve como resposta à questão 3:

“Sim, pois o que predomina é a cor de fundo”

Ainda nessa categoria de reconhecimento parcial das variáveis, vemos na questão 2 (que teve um alto índice de ausência de resposta) que 23% dos alunos afirmam que o papel ficará vermelho ao ser iluminado com luz vermelha, conforme o gráfico 1.2. A outra vertente dessa categoria (que curiosamente não aparece nessa questão) mostra-se forte na questão 3, na qual metade dos estudantes (gráfico 1.3) afirma ser possível diferenciar os dois cenários, com justificativas similares à do aluno referido acima.

Essa concepção, de origem sensorial, decorre das inferências que o sujeito estabelece a partir de dados empíricos recolhidos através dos sentidos. Cotidianamente, vemos os objetos ao nosso redor iluminados pela luz branca (do Sol ou de lâmpadas) e percebemos, geralmente, a mesma cor para o mesmo objeto.

Assim, a atividade executada na seqüência didática dessa seção buscou constituir um estado conflitante com essa situação. Esse conflito, por sua vez, pôde ser atingido tomando um único objeto e iluminando-o com luzes de cores diferentes.

Sinteticamente, o procedimento da seqüência é o seguinte: faz-se a sala totalmente escura, para em seguida acender uma lâmpada de cor vermelha, cuja luz projetava-se em um anteparo branco. Contra esse anteparo, mostra-se um pedaço de tecido à turma, perguntando de que cor era aquele objeto. Toda a turma responde em coro: “preto!”. Ato contínuo, acende-se a luz da sala, permitindo que todos vejam (com grande surpresa) que o tecido era verde. A atividade é seguida por uma exposição dialogada sobre reflexão e absorção seletivas da luz.

A outra concepção escolhida para ser testada é aquela segundo a qual a mistura de luzes de cores diferentes se dá da mesma forma que a mistura de pigmentos. Porque os sujeitos geralmente não vêem, em situações cotidianas, a mistura de cores-luz e os resultados da composição dessas cores, a explicação que surge como mais próxima é a analogia com a mistura de pigmentos. Esta última é, inclusive, vista dentro da escola, usualmente nas aulas de Artes.

No pré-teste, tivemos a indicação da presença dessa concepção na questão 2, na qual aproximadamente 18% dos alunos responderam que o papel pareceria roxo, de acordo com o gráfico 1.3. O roxo, como soma de azul com vermelho, é relacionado pelos alunos com o resultado da mistura dos pigmentos azul e vermelho.

Para desfazer a confusão provocada por essa analogia, executamos uma atividade experimental que testasse os resultados das composições de cores de luz. Usando três lâmpadas de cores diferentes (azul, vermelha e verde) e um anteparo branco, cada combinação foi testada, inclusive a soma das três cores, obtendo-se o branco (ao contrário do que previa a idéia de

mistura de pigmentos, segundo a qual obter-se-ia preto). Simultaneamente, desenvolvia-se uma discussão sobre a soma e subtração de cores-luz relacionando-as aos comprimentos de onda das cores.

RESULTADOS

O Céu Azul

Na avaliação feita ao final da aplicação de toda a seqüência, a seguinte pergunta foi colocada:

Questão 1) Como você explica o fato do céu ser azul? Descreva o fenômeno responsável por isso, da maneira mais completa possível.

As respostas dos estudantes foram divididas em quatro categorias, avaliadas de acordo com os seguintes critérios:

Explicação completa e correta: as respostas classificadas nessa categoria são aquelas que explicitam a dependência da intensidade da luz espalhada na atmosfera com o inverso do comprimento de onda (ou, de modo equivalente, com a frequência), e relacionam com a porção de pequeno comprimento de onda do espectro visível com a cor azul. Nas aulas, explicou-se que porque o céu não é visto na cor violeta, apesar de ser essa a parte de menor comprimento de onda no espectro visível, porém essa explicação não foi exigida no teste.

Explicação incompleta: respostas que não contém integralmente a explicação do efeito, porém enumeram informações que mostram a capacidade de discernir quais elementos são relevantes. Por exemplo, a maioria destes apontou a presença de partículas materiais atmosféricas, indicando que haveria alguma interação entre estas partículas e a luz incidente, e esta interação seria importante. Isto pode ser notado em respostas como a de uma aluna, que escreveu:

“Quando os raios solares entram na atmosfera, se ‘chocam’ com várias partículas diferentes como o oxigênio. Quando o raio se choca com alguns tipos de gases presentes na atmosfera, (...) a luz bate ali e é espalhada igualmente para todos os lados”.

Azul mais perceptível: Alguns estudantes parecem ter confundido o fato do azul ser mais perceptível que o violeta, entendendo que ele seria mais perceptível que todas as outras cores.

Outras respostas: não responderam ou forneceram respostas diferentes das outras categorias.

O gráfico 2.1 mostra a distribuição dos resultados nas categorias eleitas. Vemos que 8 estudantes (38,1% do total) forneceram a explicação correta e considerada completa e outros 7 (33,3%) responderam com explicações parcialmente corretas.

Nenhum dos estudantes mencionou influência do mar ou de algum tipo de reflexão nesse teste final. Aparentemente, as atividades da seqüência (problematização e demonstração experimental) deram conta de, no mínimo, dissociar a relação que os estudantes faziam com estes elementos, e estabelecer outras relações, mais próximas da explicação cientificamente aceita.

Luz e Cores

A questão que se refere diretamente aos conceitos de absorção e reflexão seletivas da luz, constante na avaliação final, foi colocada da seguinte forma:

2) *Iluminamos um buquê de rosas vermelhas apenas com luz verde. De qual cor veríamos: (a) as pétalas; (b) o caule e as folhas.*

Uma das principais características das respostas à questão (2) da avaliação final é o fato de serem as repostas mais bem-escritas pelos estudantes nessa avaliação. Como vemos no gráfico 2.2, 9 alunos (43% da turma) forneceram respostas corretas com uma explicação também correta, como a do aluno que coloca:

“as pétalas seriam vermelhas, isso significa que elas absorvem as outras cores. Como na luz verde não tem vermelho, ela absorve tudo, o que significa que ela ficaria preta.”

De forma não esperada, 5 alunos forneceram explicações que indicam implicitamente a idéia de mistura de pigmentos, o que não havia sido consideravelmente detectado no pré-teste. Contudo, a verificação posterior mostrou que, destes, 3 haviam faltado à aula na qual foi realizada a atividade.

Outro resultado interessante foi que 4 estudantes (aproximadamente 19%) indicaram a resposta correta para a questão porém deram justificativas incorretas. Um deles chegou mesmo a colocar que as pétalas ficariam pretas, *“por causa daquela experiência feita em sala”*. Esse exemplo mostrou que a realização da atividade experimental teve um impacto relevante, pelo menos na intuição que o estudante desenvolveu para a situação descrita na questão, porém a explicação teórica subjacente não foi apreendida, no caso deste estudante.

Ainda assim, a expressiva proporção de respostas claras, corretas e bem escritas nos leva a considerar que a execução da atividade foi significativamente favorecedora. O fator surpresa parece ter um papel muito relevante no engajamento intelectual dos estudantes, a julgar não somente pelas respostas escritas, mas também pelas reações no momento da aula.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da seqüência didática proposta mostrou-se, a partir das respostas dos estudantes, bastante favorecedora dos objetivos didáticos almejados. No caso da atividade executada na parte 1, “O Céu Azul”, as respostas do exame final mostraram uma total ausência das concepções prévias reveladas no questionário do pré-teste. Mais do que isto, as respostas indicaram uma alta frequência de associações corretas. Na segunda parte, o resultado do teste final também se mostra promissor, principalmente pela clareza nas respostas escritas pelos estudantes e a alta ocorrência de respostas corretas.

Esses resultados apontam que a estratégia das atividades experimentais conflitivas, apoiadas por uma exposição dialogada, se mostram como uma alternativa adequada e eficiente para a construção de conceitos que, embora não substituam completamente as concepções intuitivas dos estudantes, passam a se tornar significativos e passíveis de aplicação no contexto adequado.

No que se refere à metodologia dos Projetos Temáticos, ressaltamos uma limitação já assinalada por Pinheiro e Pinho Alves (2006) em uma pesquisa sobre a aplicação deste tipo de projetos em turmas de Ensino Médio, onde os autores investigam o que os alunos pensam a respeito deste tipo de atividade:

“Apesar de se sentirem motivados pelas mudanças, eles ainda sentem necessidade de sistematização dos conteúdos realizada pelo professor e se sentem inseguros em utilizar os textos produzidos por eles como fontes de informação confiável. Os alunos sentem-se inseguros quanto à sua aprendizagem, pelo fato dos conceitos não terem sido sistematizados ou organizados pelo professor para serem copiados no caderno”. (PINHEIRO & PINHO ALVES, 2006)

À essa falta de sistematização atribuímos, em parte, casos nos quais as explicações teóricas não foram satisfatoriamente descritas no exame final, particularmente o exemplo emblemático do estudante que justificou sua resposta à questão (2) aludindo ao resultado da atividade experimental feita em sala.

A mesma estratégia apresentada aqui foi empregada na construção das outras duas partes do Projeto Temático “O Céu Azul, o Arco-Íris e o Pôr-do-Sol”. Essas outras duas seções abordavam a natureza da luz e a formação dos arco-íris. Resultados semelhantes, que não serão descritos aqui por razões de limitação do artigo, foram obtidos para essas seções da seqüência.

A proposição de um novo encaminhamento para a aplicação deste tipo de projetos, que inclua um mecanismo de organização sistemática dos conhecimentos, permanece para ser testada. Acreditamos que, a partir desta inclusão, pode ser possível potencializar a adequação da metodologia de ensino por Projetos Temáticos ao favorecimento da construção de conhecimentos científicos por parte dos estudantes.

REFERÊNCIAS

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70 LDA, 1977.

BRAVO, Bettina & PESA, Marta. Concepciones da alumnos (14 – 15 Años) de educación general básica sobre la naturaleza y percepción del color. **Investigações em Ensino de Ciências (Online)**, UFRGS, v. 10, n. 3, 2005. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n3/v10_n3_a3.html

DRIVER, R. & EASLEY, J. Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students. **Studies in Science Education**, 5, p. 61-84, 1978.

GASPAR, A. ; MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro ; MONTEIRO, Marco Aurélio Alvarenga . **Um estudo sobre as atividades experimentais de demonstração em sala de aula: proposta de uma fundamentação teórica**. In: Congreso Internacional sobre Investigación em La Didactica de las Ciencias, VII, 2005, Granada. Congreso Internacional sobre Investigación em La Didactica de las Ciencias, VII, 2005.

KRAPAS, S., SANTOS, P. A. M.. Modelagem do Espalhamento Rayleigh da Luz com Propósitos de Ensino e Aprendizagem. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, dez. 2002.

MELCHIOR, Sandra Cristina Licerio ; PACCA, J. L. A. . **Concepções de Cor e Luz**. In: **IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2005, Jaboticatubas, MG. Atas do IX EPEF, 2004. v. único. p. 1-13.

MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro ; GASPAR, A. . Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vigotski. **Investigações em Ensino de Ciências (Online)**, UFRGS, v. 10, n. 2, p. 2, 2005. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n2/v10_n2_a5.htm

MORTIMER, E. F. Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: Para Onde Vamos?. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

PINHEIRO, Terezinha de Fátima; PINHO-ALVES, José. **O que pensam estudantes de Ensino Médio sobre Projetos Temáticos nas aulas de Física**. In: **X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2006, Londrina, PR.

PINHO-ALVES, José. **Atividade Experimental: uma alternativa na concepção construtivista**. In: VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2002, Aguas de Lindóia. Atas do VIII EPEF. São Paulo : SBF, 2002.

POSNER, G. J., STRIKE, K. A., HEWSON, P.W. & GERTZOG, W.A . Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. **Science Education**, 66(2), 1982.

REZENDE JUNIOR, M. F. **O Processo de Conceitualização em Situações Diferenciadas na Formação Inicial de Professores de Física**. 2006. 288p. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

VIENNOT, L. (1979). Spontaneous Reasoning in elementary dynamics. **European Journal of Science Education** 1(2): 205-221.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo. Editora Martins Fontes, 2001.

ANEXOS

Gráfico 1.1. Respostas da primeira questão do pré-teste.

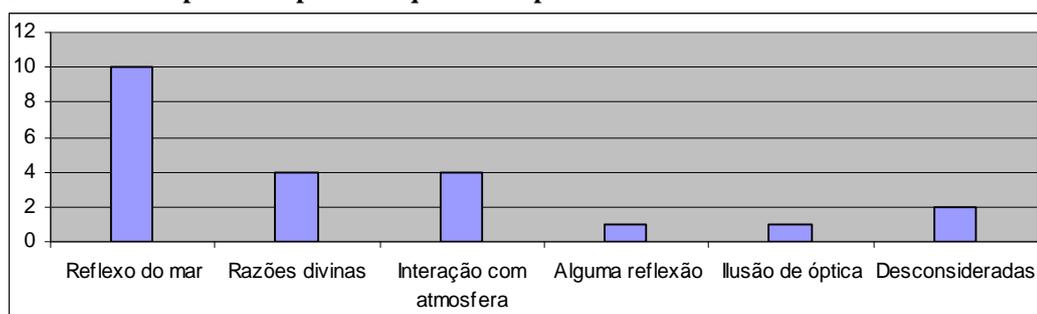


Gráfico 1.2. Respostas da segunda questão do pré-teste.

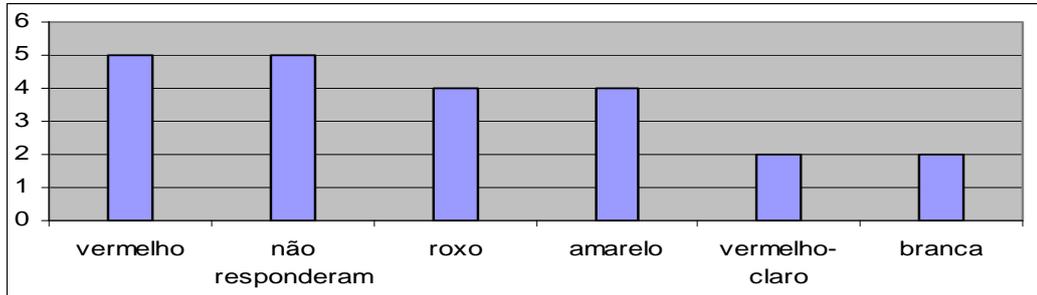


Gráfico 1.3. Respostas da terceira questão do pré-teste.

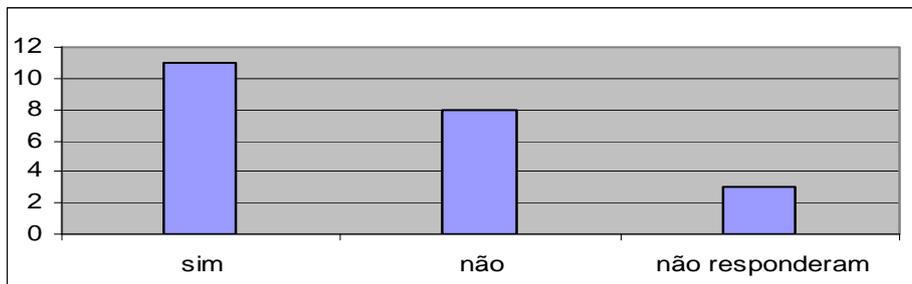


Gráfico 2.1. Respostas da primeira questão do teste final

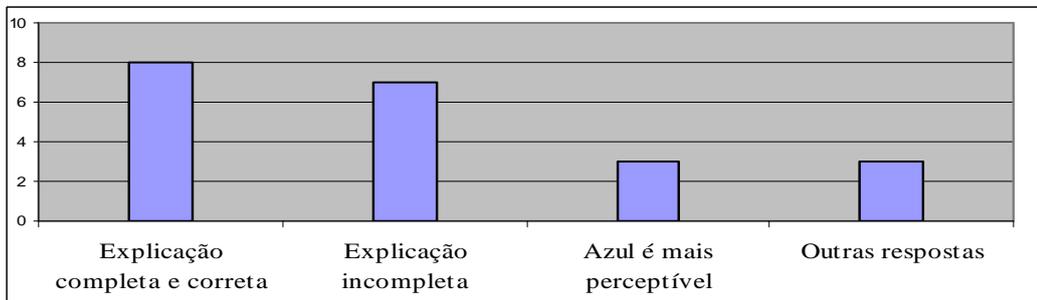


Gráfico 2.2. Respostas da segunda questão do teste final

