

Os Três Momentos Pedagógicos como metodologia para o ensino de Óptica no Ensino Médio: o que é necessário para enxergarmos? ⁺*

*Kleber Briz Albuquerque*¹

Mestrando do Programa de Pós Graduação em
Educação Científica e Tecnologia – UFSC

*Paulo José Sena dos Santos*²

Departamento de Física – UFSC
Florianópolis – SC

*Gabriela Kaiana Ferreira*³

Departamento de Sociais e Humanas
Universidade Federal do Paraná
Palotina – PR

Resumo

O estudo de óptica, tradicionalmente, restringe-se aos aspectos geométricos e seus desenhos, desconsiderando assim fenômenos físicos relacionados ao nosso cotidiano. É necessário provocarmos uma mudança na abordagem usual, seguindo parâmetros e diretrizes curriculares mais atuais, para privilegiar o estudo e a explicação de fenômenos cotidianos. Assim, neste trabalho apresentaremos uma proposta temática em grupos, baseados em três momentos pedagógicos. A partir da análise da transcrição do áudio da aplicação de um dos temas para uma turma do ensino médio discutiremos as potencialidades e limitações dessa atividade, que ao longo do processo proporcionou uma excelente oportunidade de aprendizagem para alunos e os motivou a terem mais interesse com os conteúdos de ciência.

Palavras-chave: *Momentos pedagógicos; Óptica; Ensino Médio.*

⁺ Pedagogical Moments as method of teaching optics in High School: what is necessary for us to see?

* *Recebido: outubro de 2014.
Aceito: março de 2015.*

¹ E-mail: kleberbriz@gmail.com

² E-mail: paulo.sena@ufsc.br

³ E-mail: gabriela.ferreira@ufpr.br

Abstract

The study of optical is traditionally restricted to the geometrical aspects, disregarding physical phenomena. It is necessary to provoke a change in the traditional approach, by following more current parameters and curriculum guidelines to focus on the study and explanation of everyday phenomena. In this work, a thematic proposal for groups is presented, based on pedagogical moments. From the analysis of the audio transcriptions of one of the topics in a High School class, the potential and limitations of this activity, which provided an excellent learning opportunity for students, will be discussed. Other aspect observed was an increase of students' interest in scientific topics.

Keywords: *Pedagogical Moments; Optics; High School.*

I. Introdução

O ensino de Física há algumas décadas conta com pesquisas e propostas que buscam modificar os programas, estratégias de ensino e práticas em sala de aula. Segundo a Proposta Curricular Nacional (BRASIL, 2000), os objetivos do Ensino Médio (EM) devem combinar conhecimentos práticos, contextualizados e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos que respondam às necessidades da vida contemporânea e à formação de uma cultura geral e de uma visão de mundo. Essas ideias prosseguem nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para Física do Ensino Médio (BRASIL, 2002), e se deve evitar lidar com o mundo físico de forma isolada, pois as competências em física se constroem de maneira contextualizada e articulada com competências de outras áreas e dessa forma passam a ter um sentido para a realidade dos estudantes.

Contrariamente ao que apontam os documentos oficiais, Gicoreano e Pacca (2001) mostram que a óptica ensinada no EM geralmente tem ênfase na solução algorítmica de problemas através de conjuntos de regras e definições, onde o tratamento da natureza da luz não é realizado de maneira adequada. Porém, os fenômenos ópticos não se resumem a uma mera geometrização e vão além das regras e definições. Além disso, os alunos possuem conhecimentos prévios a partir do que já vivenciaram. Segundo o GREF (2005, p. 170) “a maior parte das coisas que estão à nossa volta podem ser associadas à luz, à visão e às cores, quando olhamos com essa preocupação.”.

Tendo em vista essa perspectiva e outros avanços nas discussões sobre o ensino de ciências, em especial o ensino de Física, a proposta didática apresentada neste trabalho tem como intuito apresentar e discutir uma intervenção para um ensino mais contextualizado e próximo da realidade dos alunos do conteúdo de óptica. O conjunto de atividades foi elaborado, inicialmente, de forma coletiva por um bolsista de iniciação à docência (ID) do Programa

Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e pela professora da disciplina de Física da 2ª série do EM no Colégio de Aplicação (CA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mais tarde um professor do Departamento de Física contribuiu com o formato final da sequência aqui apresentada.

Preocupados em superar parte das críticas apontadas ao ensino de óptica, procuramos elaborar um conjunto de atividades que proporcionassem aos alunos uma compreensão mais ampla desta área da física e que contemplasse, por exemplo, aspectos relacionados à visão e aos fenômenos observados cotidianamente. Neste trabalho, inicialmente, apresentaremos como a proposta foi estruturada com base nos Três Momentos Pedagógicos (3MP) (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992). Em seguida, com base na transcrição de diálogos entre professores e alunos, analisaremos a sequência desenvolvida sobre um dos temas (olho humano) com um dos grupos das quatro turmas que participaram das atividades desenvolvidas. O tema olho humano foi escolhido para este trabalho devido aos diversos estudos sobre as concepções espontâneas dos alunos sobre a questão da visão e às possibilidades interdisciplinares trazidas nessa discussão. Ao final do artigo, discutiremos brevemente algumas implicações para o ensino.

II. Elaboração da proposta: os três momentos pedagógicos

A elaboração da proposta foi baseada na metodologia desenvolvida por Demétrio Delizoicov e José André Peres Angotti durante o processo de formação de professores na região de Guiné-Bissau, utilizando as ideias de Paulo Freire sobre investigação temática⁴. Ela permite por meio de um processo dialógico entre professor e aluno que ambos adquiram ao longo desse processo uma compreensão a respeito dos conhecimentos e práticas envolvidos no tema proposto. Segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007):

(...) o esforço do professor de estar sempre procurando compreender a fala do aluno e do contexto em que esse se situa, se no de sua cultura primeira ou no de conhecimento científico que está sendo introduzido. De modo semelhante, o professor precisa ir conscientizando os alunos de que o conhecimento científico está vinculado em suas aulas e do qual é portador também de um contexto de produção distinto da cultura prevalecente ou primeira. Essa prática docente constitui, de fato, um desafio ao professor, uma vez que não se trata apenas de informar a existência de diferenças, mas também de ir fornecendo elementos contextuais que tornem possível ao aluno apropriar-se da visão do mundo em que a produção científica está inserida (p. 197).

⁴ "Investigação temática é a pesquisa realizada em conjunto pelo educador e comunidade sobre a realidade que os cerca e a experiência de vida do aluno. Através dela, o professor de Ciências, ou equipe de professores, pode identificar os fenômenos de maior relevância na vida sociocultural e econômica da população envolvida" (DELIZOICOV, 1982, p. 8).

Esse diálogo permite que o professor leve em consideração os conhecimentos que os alunos já possuem sobre o tema ou situação apresentada. Com isso, os conhecimentos que vão sendo apropriados pelos alunos podem representar um significado para eles, tendo em vista que eles têm a oportunidade de participar do processo de construção ou reelaboração do conhecimento através de seus questionamentos e concepções prévias expostas ao longo do diálogo. Durante esse processo o professor apresenta os conhecimentos científicos a respeito do tema ou situação abordada, contribuindo para a reelaboração destes conhecimentos e problematizando a partir dos significados e interpretações dos alunos.

Podemos, portanto, interpretar esta postura questionadora do professor ao longo do diálogo como uma maneira de problematizar, na medida em que permite identificar as concepções prévias, contradições e limitações nas falas dos alunos, e, assim, buscar formular problemas, situações ou questões que revelem a necessidade de novos conhecimentos aos quais os alunos ainda não tiveram acesso.

Essa dinâmica é dividida em três momentos – *problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento* – que, segundo Muenchen (2010), tem sido inclusive utilizada em diferentes perspectivas da qual foi elaborada e, se tratando de contextos de ensino, essa metodologia tem estruturado diversas propostas educativas “proporcionando à educação um avanço no que se refere ao ensino tradicional” (p. 156).

Na literatura, é possível identificar trabalhos que apresentam e analisam propostas embasadas nos três momentos pedagógicos, como a desenvolvida por Köhnlein e Peduzzi (2005), em que elaboram um Módulo Didático a partir de uma abordagem histórico-filosófica da Teoria da Relatividade Restrita. Basicamente, esse módulo consiste em um conjunto de aulas que apresentam uma *problematização inicial* para cada tema, de maneira que as discussões são realizadas no decorrer das aulas (*organização do conhecimento*). Ao final do módulo, uma aula é utilizada para aplicação de um questionário, já aplicado na primeira aula, que tem a função de avaliar o progresso dos alunos (*aplicação do conhecimento*). Essa proposta desenvolvida com alunos do EM apresentou como resultados: um incentivo à participação, o despertar do interesse dos alunos e uma mudança significativa na visão dos estudantes com relação à natureza da ciência e do trabalho científico, onde os autores justificam esses ganhos devido à abordagem diferente da tradicionalmente utilizada nas aulas de física.

Outra proposta consiste na elaborada por Junior, Ferreira e Hartwig (2008) em que propõem uma experimentação problematizadora de química sobre deposição metálica. Nesse trabalho, a experimentação problematizadora consiste na *problematização inicial* que tem como função fomentar nos alunos a necessidade de adquirir novos conhecimentos. Na *organização do conhecimento*, a partir das anotações dos alunos sobre a experimentação, os autores sugerem que os conhecimentos devam ser problematizados através de um questionário ou de outra dinâmica a escolha do professor. Da aplicação realizada pelos autores, foi possível verificar que os aspectos empíricos que consideravam mais importantes foram identificados pelos alunos e compartilhados tanto entre professor e alunos quanto entre alunos. Por fim, o profes-

sor retoma a experimentação e os conceitos estudados junto aos alunos de acordo com a situação inicial, caracterizando a etapa de **aplicação do conhecimento**. A atividade investigativa proposta promoveu a motivação dos alunos, o diálogo (oral e escrito) entre os envolvidos e a mudança do papel do professor, onde o professor passa a trocar saberes com os alunos que não são mais passivos no processo educativo.

Por fim, pode-se ainda citar uma atividade didática desenvolvida por Terrazan e Gabana (2003) com a utilização de textos de divulgação científica em sala de aula. Em parceria com o Grupo de Trabalho de Professores de Física (GTPF), as aulas foram divididas em módulos didáticos baseados nos 3MP que tinham como intuito a inserção de textos de divulgação científica, experimentos, analogias, problemas, vídeos, dentre outros objetos educacionais nas aulas de Física. No caso do texto de divulgação que foi o objeto de pesquisa do trabalho, a atividade estava inserida no segundo momento pedagógico, a **organização de conhecimento**, em que os alunos buscavam respostas às questões elaboradas através da leitura realizada. De acordo com os dados obtidos nesse estudo, foi possível verificar um envolvimento maior dos alunos, o que forneceu subsídios para modificar a organização de outras atividades por parte dos professores e possibilitou a discussão de conhecimentos relacionados ao cotidiano dos alunos.

Essas propostas elaboradas com base nos 3MP incentivam uma postura problematizadora que modifica o ambiente de ensino e aprendizagem, tanto para o aluno quanto para o professor, propiciando assim uma participação maior do educando através do diálogo, bem como contextualizando os conhecimentos científicos. Porém, cada um desses momentos possui características importantes que contribuem para o desenvolvimento dessas e da nossa proposta, sendo necessário, portanto, explicitarmos melhor cada um deles.

II.1 Problematização inicial

Nesse primeiro momento, basicamente, são apresentadas questões ou situações para serem discutidas com os alunos. É o momento de questionamento do professor dentro do universo temático sugerido.

A problematização poderá ocorrer pelo menos em dois sentidos. Por um lado, o aluno já poderá ter noções sobre as questões colocadas, fruto da aprendizagem anterior na escola ou fora dela. (...) Por outro lado, a problematização pode permitir que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992, p. 29).

Aqui o professor procura, através de uma postura problematizadora, verificar os conhecimentos que o aluno pode ter a respeito do tema e procura fazer com que o aluno sinta necessidade de adquirir novos conhecimentos, que serão necessários para que seja possível entender ou responder aos questionamentos e a situação inicial proposta pelo professor ou construída em uma investigação temática.

Segundo Muenchen (2010), é necessário que esteja claro para o professor a diferença entre perguntar e problematizar. O papel do professor não é a simples descrição dos conceitos, mas sim desvelá-los para provocar a curiosidade do educando para que assim sintam a necessidade de adquirir novos conhecimentos. Dentre as características do que seria problematizar, podemos destacar algumas importantes para essa proposta: implica no diálogo, existe um problema a ser resolvido, tem perspectiva de mudança, desvela os conceitos/conteúdos, estimula a construção coletiva, se relaciona com as realidades vividas pelos educandos e são problemas reais/abertos.

Na atividade aqui elaborada, este momento constituiu a etapa em que o professor apresentou os temas e a problematização inicial que norteou as discussões procedentes nas próximas etapas para os grupos. Outras questões surgiram nesse momento de apresentação e reconhecimento do tema, estando ou não, diretamente relacionadas à problematização inicial. O professor não deveria simplesmente fornecer respostas às perguntas que surgiam ao longo da discussão, mas realizar novos questionamentos que fomentassem nos alunos a necessidade de buscarem novos conhecimentos.

Foram, ainda, incluídas nessa etapa as primeiras informações a respeito dos estudos da área de óptica. O professor lecionou uma aula apresentando alguns fenômenos que são estudados na óptica geométrica e física, introduzindo alguns conceitos e termos mais comuns – algumas propriedades da luz e reflexão, por exemplo – através de uma discussão com o objetivo de aproximar os conteúdos à realidade do aluno e tornar familiar a eles termos comuns a todos os temas e à óptica em geral.

Em nossa aplicação optamos por dividir a turma em cinco grupos, onde cada grupo recebeu um tema de óptica com uma problematização inicial. Os temas e respectivas problematizações foram:

- Olho Humano: o que é necessário para enxergarmos?
- Câmera Fotográfica: como se formam as fotos?
- Arco-íris: como se forma o arco-íris?
- Fotos/filmes 3D: o que é necessário para vermos uma imagem 3D?
- Cor do céu e pôr do Sol: quais as cores do céu e do Sol?

II.2 Organização do conhecimento

Nessa etapa os estudantes devem sistematizar juntamente com o professor as questões e conhecimentos relacionados ao tema e à questão ou situação inicial apresentados na primeira etapa.

Os conhecimentos de Física necessários para a compreensão do tema central e da problematização inicial serão sistematicamente estudados neste momento, sob orientação do professor. Definições, conceitos, relações, leis apresentadas (...) serão agora aprofundadas (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992, p.

É, portanto, o momento em que os conhecimentos científicos passam a ser incorporados nas discussões. Os alunos começam a desenvolver uma compreensão a respeito da problematização ou situação inicial. Entretanto, para que isso ocorra, materiais devem ser consultados e atividades devem ser sugeridas para complementar as discussões, no sentido de incentivar e melhorar a sistematização dos conhecimentos.

Nessa atividade, durante a organização do conhecimento os grupos tiveram como objetivos:

- Elaborar um texto – restringimos o texto a uma página e ele deveria conter alguma informação que o grupo julgou necessário para entender o tema e a questão inicial;
- Preparar uma demonstração experimental – O experimento foi sugerido e elaborado pelo próprio grupo, sendo que esse devia estar relacionado a algum fenômeno físico dos conceitos necessários para explicar a questão inicial;
- Produzir uma apresentação – o grupo elaborou uma apresentação para a turma e os professores usando os mais diversos recursos, como vídeo, slides ou simulações computacionais. Essa apresentação continha uma síntese do que foi discutido ao longo dos dois primeiros momentos da atividade.

Em todas essas etapas o grupo deveria buscar apresentar uma compreensão do tema e da problematização inicial, através dos conceitos envolvidos no mesmo.

Durante a produção, o aluno contou com a ajuda do professor para esclarecer dúvidas, levantar outros questionamentos e orientar a pesquisa. O professor teve o papel de nortear a pesquisa e construção dos materiais sugerindo questões que levassem os estudantes a sentirem necessidade de buscar conceitos básicos para abordar o tema e a problematização apresentada, entre os quais estavam aqueles selecionados previamente na elaboração de nossa proposta.

II.3 Aplicação do conhecimento

Na última etapa, os conceitos discutidos e as novas concepções são utilizados para apresentar uma resposta às questões ou situações apresentadas na primeira etapa.

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinam o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992, p. 29).

É o momento em que o aluno deve analisar e interpretar, não apenas àquelas situações ou questões envolvidas no tema, mas também outras questões que não estão diretamente ligadas ao tema. Um olhar crítico dos alunos diante de situações reais ou outros problemas que podem estar relacionados ao tema.

É essencial que nesse momento os alunos encontrem relações entre os temas abordados, não apenas através dos conceitos, mas também de fenômenos que possam ter alguma conexão com as informações apresentadas. O professor mantém a postura problematizadora, podendo trazer questionamentos que não foram levantados pelo grupo ou pelos grupos, informações e problemas que surgiram na elaboração do material para a divisão do tema. Além disso, o professor pode aproveitar o momento para formalizar alguns conceitos que não foram aprofundados pelos grupos.

Dentro da nossa atividade, ocorreu a apresentação do que foi desenvolvido nas duas etapas anteriores. Os grupos socializaram o texto elaborado para os colegas e realizaram a apresentação do seu tema que continha a demonstração experimental relacionada.

Ocorreu, então, a discussão no grande grupo, os colegas e o professor puderam trazer questionamentos ou informações adicionais a respeito do que foi apresentado. Porém, outros fenômenos e questões surgiram para discussão. Buscando-se ampliar a compreensão dos conceitos envolvidos que são comuns a outros temas e introduzir aqueles que fazem parte apenas do tema em questão.

III. Aplicação da proposta

A aplicação da proposta foi realizada no CA da UFSC, com quatro turmas da segunda série do ensino médio, cada uma com 25 alunos na faixa etária entre quinze e dezoito anos. As atividades foram realizadas nas aulas da disciplina de física, organizada em quatro aulas semanais, sendo duas de quarenta minutos e duas de quarenta e cinco minutos. Essa escola, considerada referência na região, utiliza o sistema de sorteio aberto à comunidade para o ingresso, atendendo assim alunos provenientes de toda a região da grande Florianópolis. Dessa forma, é evidente um público bastante heterogêneo econômico, social e culturalmente.

Foi seguido um cronograma geral entregue aos alunos que continha informações básicas a respeito da avaliação e orientações com relação a alguns aspectos básicos do trabalho, além do calendário para produção e apresentações. O cronograma expunha, detalhadamente, a quantidade de aulas que cada turma teria para realização da atividade – de seis a oito aulas em sala de aula, uma para introdução, cinco aulas para apresentação e uma aula para entrega do trabalho por todos os grupos daquela turma. Era previsto também a utilização de pelo menos dois horários de atendimento no contra turno para tirarem dúvidas, do trabalho e da produção experimental, com a professora ou o ID.

Durante a aula introdutória, foram discutidos alguns aspectos básicos de Óptica, como a propagação da luz, refração, reflexão e cores. Iniciamos a discussão, questionando os alunos sobre o que é a luz e quais seriam os fenômenos estudados em óptica. Em seguida, apresentamos o que é uma fonte luminosa e como ocorre a propagação da luz, aproveitando esse ponto para definir o que é reflexão e refração. Seguimos diferenciando a óptica geométrica da óptica física e terminamos essa aula mostrando os sistemas de cores para luz, baseado nas três cores primárias (Fig. 1), e para pigmento, apresentado através de um esquema similar

de três cores primárias, porém nesse caso as cores primárias são ciano, amarelo e magenta, sendo que sua mistura forma a cor preta.



Fig. 1 – Modelo RGB de cores.

Disponível em: <<http://artigosdefotografia.blogspot.com.br/2013/01/modos-de-corna-fotografia-digital-rgb.html>>. Acesso em: 24 nov. 2013.

Nas aulas que os alunos realizaram a atividade, nós fornecemos para eles alguns materiais que pudessem apresentar os conteúdos de óptica envolvidos no tema. Esses materiais eram compostos por uma seleção de livros do acervo dos professores e da biblioteca do colégio mais alguns documentos impressos encontrados na rede, como artigos, reportagens de revistas e propostas didáticas. Como critérios de seleção foram escolhidos livros e documentos que discutissem os conteúdos de óptica de uma forma ampla seguindo principalmente o plano de ensino da disciplina de Física e apresentassem uma linguagem acessível aos alunos.

Também a partir da pesquisa prévia nesses materiais selecionados, a professora e o ID elaboraram uma sequência didática para os temas com os principais conceitos e questões que poderiam aparecer no desenvolvimento da proposta. Este material foi importante para dar algumas diretrizes ao longo da realização da atividade e serviu como ferramenta de análise para verificar se os objetivos iniciais foram alcançados. O mesmo será apresentado com mais detalhes nas próximas sessões

IV. Estrutura da proposta

Na sequência didática elaborada pelos professores e pelo ID (ALBUQUERQUE, 2013), os temas foram selecionados e justificados de acordo com alguns conceitos mais gerais do conteúdo de óptica e alguns mais específicos que foram considerados importantes para ampliar a compreensão dos fenômenos envolvidos nessa área. A seguir, discutiremos os conceitos envolvidos nos temas e em seguida detalharemos um dos temas trabalhados – olho humano. Esse tema foi escolhido devido às suas possibilidades didáticas, sendo possível trabalhar, inclusive, com alguns aspectos interdisciplinares.

IV.1 Conceitos

Os conceitos selecionados foram aqueles que apareciam com mais frequência nas abordagens apresentadas nos materiais pesquisados sobre o conjunto de temas selecionados para esta atividade. São conceitos básicos de óptica e que, geralmente, constituem seções específicas nos livros. A relação entre os conceitos e temas apresentada na Tabela 1 não tem o objetivo de limitar as discussões, mas atentar para os conceitos mais importantes dentro de cada tema, e por meio deles fosse possível ampliar as compreensões em torno dos fenômenos ópticos.

Tabela 1 – Relação dos conceitos com os temas da atividade.

Conceitos/ Tema	(1) Olho Humano	(2) Câmeras fotográficas	(3) Arco-íris	(4) Fotos/filmes 3D	(5) Cor do céu e pôr do Sol
(i) Características/natureza da luz	X	X	X	X	X
(ii) Refração	X	X	X		X
(iii) Espectro de luz visível	X	X	X		X
(iv) Cores primárias	X	X			
(v) Formação de imagens	X	X		X	
(vi) Dispersão			X		
(vii) Polarização				X	
(viii) Espalhamento					X

Fonte: Elaborada pelo autor.

IV.2 Discussão do tema: Olho humano

A escolha do tema olho humano deveu-se a importância dada por alguns estudos sobre concepções espontâneas aos fenômenos relacionados à visão e à luz (ALMEIDA; CRUZ; SOAVE, 2007; GICOREANO; PACCA, 2001). Buscamos, a partir dessa perspectiva, despertar no grupo e na turma, posteriormente, uma discussão sobre o funcionamento da visão e trazer à tona essas concepções para serem debatidas ao longo das apresentações.

A partir dessa ideia, surgiu a problematização inicial (**PI**), *o que é necessário para enxergarmos?* Pergunta que tinha como objetivo incentivar o grupo a discutir e pensar sobre o funcionamento da visão, quais as condições necessárias para enxergarmos e, posteriormente, o papel dos fenômenos físicos nesse processo. A partir dessa pergunta, no decorrer do diálogo outras questões deveriam surgir, sendo que previamente elaboramos e nos aprofundamos em mais algumas questões que conteriam os conceitos e discussões que serviriam para responder a PI:

- **Q1.** Qual o papel do olho no processo de visão e das estruturas que o compõem?
- **Q2.** Como se forma a imagem do olho?
- **Q3.** Como observamos as diferentes cores?
- **Q4.** Quais são e o que causa os defeitos da visão?

Essas questões não foram introduzidas aos alunos com a PI, mas esperávamos que fossem aparecer de alguma maneira no diálogo com os alunos ou serem introduzidas pelo ID ou pela professora no desenvolvimento do diálogo durante as aulas em que os grupos produziram o material para o tema.

Para **Q1** o grupo deveria destacar o papel do olho humano no processo da visão, afinal é nos olhos que a luz incide e interage para mais tarde ser interpretada pelo cérebro. Além disso, é importante que os alunos apresentem as estruturas principais do olho humano – córnea, íris, pupila, humor aquoso, humor vítreo, retina, músculos ciliares e nervo óptico (Fig. 2) – assim como as suas respectivas funções. Afinal a luz proveniente do objeto chega aos olhos e passa por meios diferentes (córnea, cristalino, humor aquoso e humor vítreo), refratando. É possível, ainda, neste momento, fazer a comparação do cristalino com uma lente.

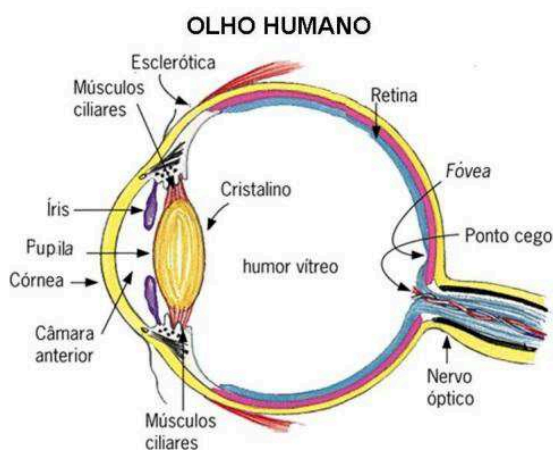


Fig. 2 - Olho humano.

Disponível em: <<http://www.pascal.com.br/ponto-cego>>. Acesso em: 20 jan. 2014.

A questão **Q2** está relacionada com a formação da imagem no olho. Se traçarmos os raios principais de um objeto para formarmos a imagem na retina, verificamos que essa imagem será invertida. A partir disso, é possível discutir sobre a captação da luz – através do composto químico (rodopsina) que transforma a luz em impulsos elétricos – como, também, a interpretação da imagem pelo cérebro que recebe essa informação pelo nervo óptico.

Esperávamos que o grupo discutisse como é formada a imagem na retina, apresentando como ocorre a propagação dos raios que a formam e que tipo de imagem é projetado na retina. Nesse caso uma imagem real, menor e invertida.

Também relacionado à captação da luz pelo olho, temos a questão **Q3**, cujo foco é a percepção das cores. O grupo poderia apresentar as células responsáveis por captar a luz, co-

nes e bastonetes⁵, em especial os cones que são os receptores de luz colorida. Cada cone é associado a uma das cores primárias (azul, verde e vermelho), porém a recepção não está apenas restrita a uma cor, sua sensibilidade é variável, tendo um pico mais próximo à cor primária correspondente (Fig. 3).

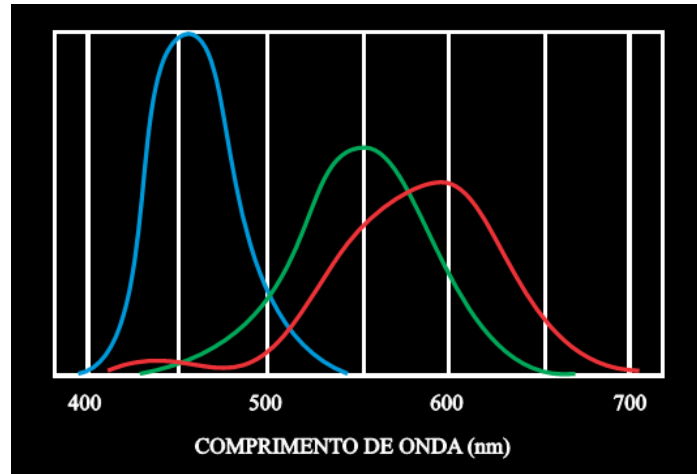


Fig. 3 - Gráfico de sensibilidade em função do comprimento de onda. Fonte: BRASIL, 2011.

Nessa questão temos três conceitos envolvidos: características/natureza da luz, espectro da luz visível e cores primárias. Para que o grupo compreendesse como o olho interpreta as cores, era necessário considerar a luz como onda composta por uma infinidade de comprimentos que compõem o espectro da luz visível, na qual cada cor é representada por um comprimento de onda diferente. A combinação desses comprimentos resulta na formação das cores. Para interpretar a formação das cores, geralmente, é utilizado o modelo de cores primárias RGB, já que os cones, células receptoras da luz, são classificados de acordo com a sensibilidade a cada uma das cores primárias azul, verde e vermelho.

No modelo RGB, o vermelho, o verde e o azul podem ser combinados em proporções diferentes para formar as cores que podemos observar. A ideia principal pode ser entendida pela combinação dessas três cores para, assim, formarem cores secundárias. A combinação de vermelho e verde forma a cor amarela, a do vermelho e azul, forma o magenta e o verde com azul forma o ciano. Além disso, a combinação das três cores forma o branco. Esse processo é o que chamamos de processo aditivo de cores (Fig. 1).

Por último, a questão **Q4** remetia à discussão dos defeitos de visão, sendo os mais frequentes: miopia, hipermetropia e astigmatismo. Esses defeitos estão relacionados a uma má formação do globo ocular, da córnea ou do cristalino. O grupo poderia discutir então, qual a região do olho é o local em que se formam as imagens de cada um desses defeitos de visão. Além desse enfoque seria necessário expor o que poderia ser feito para correção de cada um

⁵ Os bastonetes são as células sensíveis à luz, mais sensíveis que os cones, porém não conseguem identificar as cores. Seu estudo não foi o foco das pesquisas, pois o nosso interesse era a discussão da percepção das cores e os modelos de combinação, como o RGB.

desses problemas. No caso, qual lente é adequada e o motivo pela escolha dessa lente, ou seja, para abordar os defeitos associados à formação da imagem na retina, era necessário discutir aspectos dos conceitos de refração e formação de imagem.

Outro defeito de visão que poderia ser trabalhado pelos grupos, que não está relacionado às lentes, mas à percepção das cores, é o daltonismo. Devido a uma predisposição genética, é possível que uma pessoa não tenha o funcionamento adequado de uma ou duas das células receptoras de cores – os cones – resultando na modificação da interpretação das cores observadas por esta pessoa. Caso o grupo abordasse o daltonismo, a discussão das cores primárias poderia surgir quando questionassem sobre defeitos de visão ou quando falassem sobre como enxergamos as cores.

Além disso, esse tema se relaciona estreitamente com o das máquinas fotográficas, tendo em vista que ambos compartilham os mesmos conceitos principais (Tabela 1). Através dessa relação, é possível fazer um paralelo entre o funcionamento do olho humano e da máquina fotográfica, aproveitando as semelhanças para ampliar a compreensão sobre os temas estudados. Contudo, cada tema é único, pois apresenta questões próprias. O olho humano, por exemplo, pode trazer à tona discussões interdisciplinares, como os conteúdos relacionados à disciplina de Biologia, envolvidos na captação da luz, na formação da imagem na retina, ou mesmo na questão dos defeitos de visão.

V. Metodologia de análise

Para análise utilizamos a transcrição dos diálogos obtidos entre ID e professora com os alunos durante a etapa de organização do conhecimento. Essas gravações foram realizadas com o consentimento dos estudantes e pais, coletados através de um termo de consentimento livre e esclarecido, entregue na primeira aula em que a proposta foi apresentada. Como os alunos foram organizados em cinco grupos nas mesas do laboratório, as gravações ocorriam quando o ID e a professora eram solicitados para esclarecer dúvidas e mostrar o desenvolvimento dos trabalhos dos grupos. Foram gravadas somente as discussões realizadas na presença dos professores.

Através dos trechos dos diálogos obtidos pelas gravações do grupo com o tema olho humano da turma escolhida, analisamos se os conceitos, a questão principal e outras questões discutidas na sequência didática elaborado pelo ID e pela professora apareceram ao logo das conversas gravadas. Analisaremos os seguintes pontos nos diálogos:

a. Discussão da problematização inicial: se ocorre discussão da problematização inicial, ou de alguma resposta que envolve a pergunta do tema analisado pelo grupo;

b. Discussão dos conceitos principais: se os conceitos são identificados e discutidos de acordo com o material elaborado para o tema;

c. Surgimento das questões elaboradas (Q1, Q2, Q3, Q4): se as questões elaboradas para cada tema surgem ao logo do diálogo, ou se a discussão que envolve possíveis respostas às perguntas são realizadas;

d. Surgimento de novas questões: se outros conceitos ou perguntas, além dos discutidos e elaborados para o tema aparecem durante o diálogo.

Verificaremos a seguir com mais atenção como os momentos pedagógicos apareceram ou não ao longo da proposta, discutindo mais a fundo os aspectos positivos e negativos da proposta, assim como outras possibilidades que poderiam ter sido aproveitadas.

VI. Discussão dos resultados

A partir dos diálogos obtidos em um das turmas para o grupo com o tema olho humano, da qual a proposta foi realizada, iremos realizar uma discussão dos resultados da aplicação de acordo com os quatro pontos da nossa metodologia de análise a seguir.

VI.1 Discussão da problematização inicial

Nesse grupo analisado, apesar da discussão a respeito da PI – *o que é necessário para enxergarmos?* – não ter sido explicitada, ao menos nos registros obtidos pela professora e ID, o grupo pareceu compreender a necessidade da luz para a visão quando questionam e buscam explicar como a luz chega ao olho (*Aluno 2: Tá então a gente pode falar mais, tipo de como chega a luz no olho?*) ou quando afirmam sobre como a luz incide no olho para formar a imagem na retina dos problemas de visão:

Aluno 2: É que na real, nos problemas [de visão] o que que acontece é como que a luz tipo chega na retina...

Aluno 1: Mas tem lá [no olho] a mudança.

Aluno 2: Tipo, o que muda é como chega na retina e é aonde tipo afeta ela [formase a imagem]. Porque tem um problema que [a imagem] não chega na retina, tem um problema que [a imagem] passa da retina, tem um problema que coloca a imagem mais pra baixo.

Isso pode ser um indicativo de que o grupo compreende a necessidade da luz para a formação da imagem, mesmo que não expresse essa condição explicitamente. Além disso, a problematização inicial pode ter servido como o elemento que estimulou a curiosidade dos alunos a respeito do tema, pois a partir dela o grupo procurou adquirir novos conhecimentos e fazer outras perguntas sobre o tema, para que então conseguissem elaborar uma resposta para a problematização inicial.

VI.2 Discussão dos conceitos principais

Em boa parte dos diálogos gravados é possível identificar a discussão de algum dos conceitos – características/natureza da luz, refração, espectro da luz visível, cores primárias,

formação de imagens – destacados pela professora e pelo ID para esse tema. Abaixo temos um trecho em que os alunos dialogam com a professora a respeito da imagem formada no olho, logo podemos perceber o conceito de formação de imagens:

Aluno 3: Quando vai para o nó cego a imagem fica tamanho real, não é? Ou não?

Professora: A compreensão, o entendimento que a gente tem [é diferente da imagem] não é? Que ele [objeto] é desse tamanho [diferente da imagem no olho]. Isso é uma coisa legal para falar, como é que ocorre.

Aluno 1: É difícil

Professora: Na verdade eu não sei ao certo tudo que acontece no cérebro.

Aluno 1: É. Por que a gente tipo, na nossa retina fica pequenininha e a gente vê grande?

Aluno 4: Por que a nossa retina é pequena e o mundo é grande?

Aluno 1: Por que, tipo, a imagem refletida [incidência] na nossa retina é bem pequenininha e ao contrário dessa história aí?

Aluno 3: É que desvira e deve aumentar [nos processos do cérebro].

Ainda ao longo dos diálogos, foi possível verificar um interesse maior dos alunos em aprofundar os conceitos de refração e formação de imagem, bastante relacionados com a estrutura ocular, como ocorre no trecho a seguir:

Aluno 3: Isso aqui na refração?

ID: Em que sentido?

Aluno 3: Tipo é que o humor aquoso contribui para refração da luz.

ID: Então, aqui a gente tem três, basicamente três materiais diferentes no olho. Essa parte da córnea – não sei se é a córnea – humor aquoso, córnea e humor vítreo.

Aluno 3: É a córnea, o humor aquoso, cristalino e humor vítreo.

ID: Tudo isso, cada um deles tem um índice de refração diferente, de material diferente. Então, quando a luz passar, lembra quando ela muda de meio, a luz muda de velocidade e é desviada. Então, aqui você tem vários meios, ela vai refratando a luz e convergindo ela para um ponto, isso dá a imagem, é isso que quer dizer. Tudo, todas essas partes aqui contribuem para a refração da luz.

Aluno 3: Claro.

ID: A formação da imagem lá, depois.

Aluno 3: Tipo, elas fazem diferente o mesmo processo?

ID: Isso, exatamente. Porque cada uma tem um índice de refração diferente.

É possível perceber também que alguns termos não são utilizados de maneira adequada pelos estudantes. Como no trecho abaixo:

Aluno 1: Aqui tem aqueles que [a imagem] aqui é maior e aqui é menor, daí vai ser refletido [projetado] mais atrás ou mais na frente [da lente].

ID: Isso, daí você vai ter os problemas de visão.

O aluno usa o termo refletido, ao invés de incidido ou projetado, situação bastante comum ao longo dos diálogos entre professora/ID e aluno, apesar de ter ocorrido uma breve discussão sobre os conceitos de reflexão e refração na aula introdutória. Em alguns momentos essa utilização dos conceitos inadequados dá a entender que a sistematização não foi feita de forma adequada, ou não foi suficiente para que os alunos incorporassem o vocabulário a ser utilizado nas explicações dos fenômenos ópticos.

Tendo em vista uma perspectiva de despertar nos alunos a necessidade de pesquisarem e refinarem seu vocabulário científico como é proposto por Delizoicov e Angotti (1992), a “problematização pode permitir que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém” (p. 29). Poderia ter sido uma oportunidade para o professor gerar confronto entre esses termos e, assim, criar uma situação de aprendizagem para o aluno.

Percebemos, posteriormente durante as apresentações, na etapa aplicação do conhecimento, que os alunos pareciam satisfeitos com as explicações que forneciam para os fenômenos, mesmo utilizando termos inadequados. Embora as explicações sejam essenciais para o compartilhamento de conhecimentos e saberes, os mecanismos que levam alguém a aceitar e utilizar uma explicação não são muito bem conhecidos. Em estudo realizado, Custódio e Pietrocola (2002) evidenciaram que, mesmo os estudantes que dominam conhecimentos científicos, elaboram explicações baseadas em conhecimentos intuitivos, inadequadas cientificamente, e que se configuravam como verdadeiras explicações para os alunos. Isto é, as explicações parecem plausíveis e são aceitas com segurança pelos estudantes, quando são capazes de gerar um *sentimento de entendimento*. Essa noção é entendida como uma satisfação intelectual afetiva que provoca a aceitação de uma explicação ou o sentimento de que foi conquistado entendimento sobre o fenômeno (CUSTÓDIO, 2007). Portanto, as explicações também tem um fundo afetivo, que influenciam na elaboração, aceitação e estabilização das mesmas no ambiente escolar.

VI.3 Surgimento de das questões elaboradas/Surgimento de novas questões

Foi recorrente nos diálogos a discussão das questões elaboradas⁶ previamente pela professora e pelo ID. Por exemplo, a questão “Quais são e o que causa dos defeitos de visão?” (Q4) pode ser evidenciada na discussão realizada tanto pelos alunos e o ID neste trecho:

*Aluno 1: Você acha que passar por **miopia, hipermetropia e astigmatismo**, as lentes que tem tipo do cristalino da miopia, e da hipermetropia e do astigmatismo. Falar de como a luz e cores...*

⁶ Lembrando que essas questões não foram fornecidas aos alunos, mas faziam parte do material elaborado previamente para o preparo e avaliação da proposta.

ID: Isso, tá bom, mas como isso está envolvido [com a pergunta]? Quais as coisas que acontecem? Por que esses processos [acontecem e são importantes]?

Aluno 2: É que na real, nos problemas [de visão] o que que acontece é como que a luz tipo chega na retina.

Aluno 1: Mas tem lá [no olho] a mudança.

Aluno 2: Tipo, o que muda é como chega na retina e é aonde tipo afeta ela [forma-se a imagem]. Porque tem um problema que [a imagem] não chega na retina, tem um problema que [a imagem] passa da retina, tem um problema que coloca a imagem mais pra baixo.

Quanto às novas questões, provavelmente devido ao pouco tempo para realização da proposta, não apareceram muito. Contudo, o grupo levantou duas questões interessantes: *Aluno 3: O olho tem definição máxima?* e *Aluno 3: Tá, mais tipo, se eu tirar o humor vítreo de um olho e colocar de novo, vai funcionar normal?*

A primeira pergunta deve ter surgido através da consulta do grupo ao material fornecido para pesquisa que trazia brevemente esse tipo de discussão⁷, o que demonstra também um interesse do aluno em relacionar seu estudo a PI. Isso nos indica que a seleção de materiais de consulta para serem disponibilizados na etapa de organização de conhecimento é importante. Dessa forma o grupo tem em mãos fontes de pesquisa confiáveis, selecionadas pelos professores, e que podem, por exemplo, relacionar dois temas distintos, nesse caso o tema das câmeras fotográficas. Como o próprio ID indica em seguida (*Se não me engano eles [especialista em câmeras digitais] fazem uma comparação com as câmeras, se o olho fosse uma câmera.*), informação que deve ter aparecido em algum momento na pesquisa prévia.

A segunda é um indicativo de que o estudante quer compreender melhor não só os conteúdos de física, mas questões biológicas. Questionamento que aparece em outros momentos nos diálogos com esse grupo, principalmente quando eles discutem a questão das cores e as estruturas que são responsáveis por captar a luz, que foi sistematizada pelo ID:

Aluno 1: O que que é isso daqui, que eu não tô entendendo?

ID: Isso aí ó, tem uns gráficos um pouco diferentes que aparecem também, mas isso aqui é o que? Isso aqui é a sensibilidade do – é o cone ou o bastonete que é o das cores? O cone, né? – sensibilidade do cone azul, do verde e vermelho.

(...)

Aluno 1: Seria a identificação da cor, né? Porque como a luz tá com esse comprimento, então por, por tá havendo esse certo comprimento o cone tem o pico dessa cor vai ficar [ativo].

ID: Isso, exatamente. Você imagina assim, o cone azul vai construir uma imagem que ele pega só essa parte em azul, ele vai pegar todo o mais intenso e menos intenso da tipo uma foto, só com aquela faixa dos comprimentos [que ele é sensível].

⁷ SANT'ANNA, B. et al. **Conexões com a Física**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2010. v.2.

E que também pode ser verificado no primeiro diálogo da seção *VI.2 Discussão dos conceitos principais*, onde o aluno procura compreender melhor como o cérebro interpreta a imagem captada, mas a professora demonstra não dominar os conteúdos de biologia (*Na verdade eu não sei ao certo tudo que acontece no cérebro.*). A proposta, portanto, se configura como uma boa oportunidade para realizar trabalhos em conjunto com outros professores de outras disciplinas, sendo necessário sugerir temas e realizar problematizações que suscitem essas questões em diferentes áreas, como foi o que ocorreu com esse tema.

VII. Considerações finais

Neste trabalho, apresentamos a aplicação e análise de uma proposta didática para os conceitos relacionados à óptica, estruturada nos 3MP, com o objetivo de superar parte das críticas apontadas à abordagem tradicionalmente dada aos seus conteúdos (GICOREANO; PACCA, 2001). Depois de apresentarmos a elaboração da proposta e discutirmos a aplicação de um dos temas em um grupo de alunos de EM, conseguimos verificar alguns pontos que podem contribuir para o desenvolvimento de outras propostas de ensino baseados nessa metodologia.

Assim como as propostas que utilizam os 3MP apresentados anteriormente – a utilização em um módulo de ensino de história da ciência (KÖHNLEIN; PEDUZZI, 2005), a elaboração de uma experimentação problematizadora (JUNIOR; FERREIRA; HARTWIG, 2008) e a utilização de textos de divulgação científica nas aulas de ciências (TERRAZAN; GABANA, 2006) – a nossa proposta proporcionou uma postura problematizadora que modificou o ambiente de ensino e aprendizagem através de uma perspectiva dialógica e da contextualização dos conhecimentos científicos, tanto para o aluno quanto para o professor. Apesar de existirem diferenças marcantes entre as propostas, por exemplo, no artigo de Junior, Ferreira e Hartwig (2008) cuja problematização inicial é o próprio experimento, e na atividade realizada no trabalho de Terrazan e Gabana (2006), em que há um destaque maior para a organização do conhecimento, a estrutura geral que gira em torno dos 3MP constitui-se em uma excelente forma de pensar e modificar as metodologias de ensino, rompendo com a concepção tradicional em que o estudante desempenha um papel passivo no processo educativo.

Com relação à nossa proposta, foi possível verificar que a problematização inicial, apesar de não aparecer com tanta frequência nos diálogos entre professor-aluno, serviu como geradora de outras questões e fez com que os alunos sentissem necessidade de adquirir novos conhecimentos, o que está de acordo com a proposta inicial de Delizoicov e Angotti, (1992). Contudo, Muenchen (2010) destaca que é necessário conduzir adequadamente a problematização, pois existe uma diferença entre perguntar e problematizar. A problematização tem como perspectiva gerar o debate entre o professor e o aluno. Sendo assim, uma pergunta pode evoluir para um diálogo e, conseqüentemente, deslocar o papel do aluno, fazendo com que ele passe a ser também detentor de conhecimentos. No entanto, nem toda pergunta é uma pro-

blematização, pois ela pode acabar não gerando ou estimulando um debate, sendo, por exemplo, respondida pelo aluno afirmativa ou negativamente, ou ainda, pode não estar no contexto ao qual a situação está inserida. Em outras palavras, uma pergunta pode manter o aluno passivo durante o processo de ensino, já uma problematização deve, necessariamente, promover a necessidade e a interação do aluno durante a aquisição do conhecimento.

Muitos dos conhecimentos que os alunos sentiram a necessidade de adquirir já se encontravam inseridos dentro dos conceitos principais estabelecidos previamente na proposta para o tema trabalhado pelo grupo. Algumas das questões levantadas foram discutidas, ampliando assim a problematização inicial durante a etapa organização do conhecimento, tanto pelos alunos quanto pelos professores, demonstrando a importância de um planejamento para a aplicação da proposta. Os materiais de consulta fornecidos tiveram um papel fundamental ao longo da discussão tendo em vista que frequentemente os alunos indicavam terem utilizado tais materiais, apresentando diversas questões relacionadas às figuras, gráficos e explicações inseridas nos mesmos. Esse aparecimento dos conceitos previstos para os temas durante as discussões permitiram a problematização e a sistematização pelo professor em diversos momentos, aspecto também indicado como essencial para Delizoivoc e Angotti (1992).

O planejamento da atividade foi essencial para a realização das discussões conduzidas pelos professores, porém, mesmo obtendo resultados bastante satisfatórios, existem vários aspectos que poderiam ser repensados a respeito da execução de uma proposta com base nessa metodologia de ensino. Os professores envolvidos na proposta poderiam ter aproveitado diversas oportunidades nos diálogos para questionar os alunos a respeito dos termos utilizados, pois esses confundiam, por exemplo, incidido por refletido ou espalhado por refletido – como já havíamos comentado no final da seção *VI.2 Discussão dos conceitos principais*. Como já argumentado, esse fenômeno pode ser compreendido em termos da noção do sentimento de entendimento, tendo em vista que mesmo quando as explicações elaboradas contêm termos intuitivos ou inadequados cientificamente, podem proporcionar aos alunos satisfação intelectual e afetiva. É essa satisfação ou sentimento que provoca a aceitação e estabilização das mesmas.

Os professores poderiam ter tido mais atenção na utilização dos termos. Isso pode não ter ocorrido em virtude da exigência que esse tipo de atividade proporciona aos professores envolvidos na preparação e desenvolvimento. Essas situações poderiam ser aproveitadas para discutir com mais profundidade os conteúdos envolvidos através do confronto entre esses termos adequados e inadequados para os fenômenos estudados nesses temas. A utilização dos termos inadequados também foi percebida pelos professores posteriormente durante o momento de aplicação de conhecimento, onde foi possível discutir a utilização e adequação desses termos com toda a turma. Conforme as apresentações foram sendo realizadas, as últimas já passaram a utilizar o vocabulário cientificamente correto devido à discussão realizada ao longo dessa etapa. Por outro lado, esse tipo de atividade resultou também em ganhos bastante significativos no que diz respeito aos processos de ensino e aprendizagem e à interação da

tríade professor-aluno-conhecimento.

Cabe destacar que o método de análise a partir das gravações dos diálogos, limitou-se a obtenção de dados apenas para as discussões entre professor-aluno. Teria sido interessante analisar as discussões aluno-aluno que surgiam na ausência dos professores e durante as apresentações, para verificar, por exemplo, com mais detalhes o uso dos termos inadequados.

Durante aplicação do conhecimento, apareceram discussões bastante interessantes sobre os temas, nas quais os grupos trouxeram muitas informações além das previstas pela proposta, e contou com a explicação e realização dos experimentos elaborados pelos grupos. Nesses experimentos, os grupos conseguiram relacionar os elementos dos experimentos com os fenômenos estudados nos temas. Alguns alunos conseguiram ainda, interligar os diversos conceitos entre os temas, tornando a discussão final bastante completa. Sendo assim, foi possível discutir os conteúdos de óptica com a exploração de temas mais próximos da realidade dos alunos, contemplando aspectos da óptica geométrica e física e evitando apenas o ensino algorítmico apontado por Gicoreano e Pacca (2001).

Quando questionados a respeito da proposta, diversos alunos expressaram terem gostado da atividade, pois, para eles, foi um momento no qual conseguiram relacionar os conteúdos de física às coisas do sua dia-a-dia, motivação que também foi verificada nas propostas com 3MP apresentadas anteriormente. Outros consideraram que o tempo de realização foi muito curto, alegando dificuldade em realizar a discussão no nível exigido pelos professores. Tiveram ainda alguns alunos que afirmaram preferir uma metodologia mais expositiva e com avaliação de conteúdos por meio das provas tradicionais. Isso mostra que a importância da diversificação de metodologias de ensino, para proporcionar a oportunidade de uma aprendizagem para todos os alunos.

Cabe ressaltar também algumas dificuldades encontradas ao longo da proposta: a escolha de materiais adequados para alguns dos temas – olho humano e fotos/filmes 3D – não foi simples, pois havia muito material que não era adequado ao nível dos estudantes ou não apresentavam os conceitos físicos dos fenômenos; e alguns grupos se mantiveram bastante dispersos em alguns momentos dos encontros presenciais, além da limitação do tempo de aulas de 45 minutos. Apesar das dificuldades inerentes a inserção de qualquer inovação metodológica em sala de aula, o professor deve estar disposto a encarar o desafio. No ensino de óptica como proposto aqui, através de problematizações de situações do cotidiano, é inevitável que conteúdos de outras áreas, como biologia e química, que muitas vezes fogem ao domínio do professor, surjam. Nesses casos, uma alternativa é estabelecer parcerias com professores de outras áreas no desenvolvimento deste tipo de metodologia.

Frente ao exposto, a proposta apresentada se mostrou uma estratégia de ensino viável para o conteúdo de óptica, tendo em vista que conseguimos avançar em diversos aspectos sugeridos pela literatura e documentos oficiais. Os resultados obtidos com esse grupo foram também verificados nos outros grupos com temas diferentes, onde nos deparamos com diversas situações bastante similares as descritas nesse trabalho, como a motivação dos alunos na

participação da atividade, questionamentos diferentes daqueles elaborados previamente pelos professores e o estabelecimento de conexões entre temas e conteúdos de outra área. Por exemplo, o grupo com o tema cor do céu e pôr do Sol conseguiu relacionar a composição da atmosfera com as cores do céu, trazendo inclusive informações sobre outros planetas.

Por fim, esperamos que o trabalho desenvolvido sirva de base para novas propostas a serem aplicadas em escolas do EM, aproximando assim, a teoria da prática e buscando melhorar cada vez mais a elaboração dos temas e dos momentos pedagógicos inseridos na mesma. Quanto à estratégia utilizada – a metodologia dos três momentos pedagógicos – é versátil o suficiente para o trabalho com outros temas em outras áreas da Física, como Mecânica, Eletromagnetismo ou Física Moderna e Contemporânea. Um ponto a ser ressaltado no uso dessa metodologia é o cuidado com o planejamento inicial – ponto que também foi destacado por Junior, Ferreira e Harwig (2008) – realizando um bom levantamento de materiais de pesquisa para apoiar o trabalho a ser realizado pelos grupos, além da escolha adequada de problemas pertinentes ao tema. Por exemplo, para Eletromagnetismo alguns temas possíveis seriam raios, motor elétrico, aparelhos resistivos, indução magnética e ondas eletromagnéticas. A partir desses temas, tão presentes no cotidiano dos alunos, seriam criadas problematizações para que a proposta pudesse ser desenvolvida.

Referências

ALBUQUERQUE, K. B. **Os Três Momentos Pedagógicos como Metodologia para o Ensino de Óptica**. Trabalho de Conclusão de Curso. UFSC. Florianópolis, p. 98. 2013.

ALMEIDA, V. D. O.; CRUZ, C. A. D.; SOAVE, P. A. Concepções alternativas em óptica. **Texto de Apoio ao Professor de Física**, Porto Alegre, v. 18, n. 2, 2007. ISSN 1807-2763.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Ministério da Educação. Brasília, 2000.

BRASIL. **Orientações Curriculares Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais Física (Ensino Médio)**. Ministério da Educação. Brasília, 2002.

CUSTÓDIO, J. F. **Explicando explicações na educação científica: domínio cognitivo, status afetivo e sentimento de entendimento**. Tese. PPGECT/UFSC. Florianópolis, p. 236. 2007.

CUSTÓDIO, J. F.; PIETROCOLA, M. Princípios de conservação e construção de modelos por estudantes do ensino médio. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, VIII, 2002, Águas de Lindóia. **Atas...**

DELIZOICOV, D. **Concepção problematizadora para o ensino de ciencias na educação formal** : relato e analise de uma pratica educacional na Guine-Bissau. Instituto de Física, USP. São Paulo, 1982. p. 227.

DELIZOICOV, D. **Conhecimentos, tensões e transições**. FEUSP: São Paulo, 1991.

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia em um concepção integradora**. 2. ed. Florianópolis: UFSC. 2005. Cap. 6, p. 125-150. v. 1.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1992.

GICOREANO, J. P.; PACCA, J. L. D. A. O ensino da óptica na perspectiva de compreender a luz e a visão. **Caderno Caterinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 18, n. 1, p. 26-10, abril 2001.

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. **Física 2: Térmica / Óptica**. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade da São Paulo, 2002.

JUNIOR, W. E. F.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para aplicação em sala de aula de Ciências. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 30, p. 34-41, nov. 2008.

KÖHNLEIN, J. F. K.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma discussão sobre a natureza da Ciência no Ensino Médio: um exemplo com a teoria da relatividade restrita. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 22, n. 1, p. 36-70, abr. 2005.

MUENCHEN, C. **A dissiminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS**. 2010. 137 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação de Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis.

PIETROCOLA, M. *et al.* **Física em contexto: pessoal, social e histórico: energia, calor, imagem e som**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2010. v. 2

SANT'ANNA, B. *et al.* **Conexões com a Física**. 1. ed. São Paulo: Moderna, v. 2, 2010.

TERRAZAN, E. A.; GABANA, M. Um estudo sobre o uso de atividade didática com texto de divulgação científica em aulas de Física. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, 5, 2006, Bauru, SP. **Atas...** p. 1-11.