

A SIGNIFICAÇÃO CONCEITUAL NA ESTRUTURAÇÃO DOS MOMENTOS PEDAGÓGICOS: UM EXEMPLO NO ENSINO DE FÍSICA¹

A conceptual meaning in the structuring of the teaching moments: an example in physical education

Johnathan Cabrera Miguel [johnathan.cm@gmail.com]

Hamilton Perez Soares Corrêa [hpsoares@gmail.com]

Instituto de Física - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

C. P. - 549 - CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

Simoni Tormöhlen Gehlen [stgehlen@gmail.com]

Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas - Universidade Estadual de Santa Cruz/Ilhéus-BA

Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, Km 16, Bairro Salobrinho

CEP 45662-900- Ilhéus-BA

RESUMO

A dinâmica dos Momentos Pedagógicos cada vez mais tem sido utilizada no ensino de Física como estratégia de planejamento e desenvolvimento de atividades didático-pedagógicas. Nesse sentido, este trabalho tem por objetivo investigar a apropriação de alguns conceitos relativos ao estudo sobre a natureza da luz, tais como espectro luminoso e interação luz-matéria, por estudantes do segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública de Campo Grande/MS, durante a implementação do tema: “Economia Energética x Meio ambiente – uma luz para o consumo sustentável”. Baseado nos pressupostos da Abordagem Temática, este tema foi organizado seguindo a articulação entre os Momentos Pedagógicos e a Significação Conceitual, a qual tem como referência a relação entre a concepção teórica de Paulo Freire e Lev S. Vygotsky. Metodologicamente, as informações foram obtidas por meio de atividades realizadas pelos alunos e analisadas mediante a Análise Textual Discursiva. Os resultados indicam que a estruturação da etapa “organização do conhecimento” – segundo Momento Pedagógico – seguindo o processo da Significação Conceitual, potencializa a aprendizagem de conceitos físicos por parte dos alunos, que passam a se apropriar de conceitos como: espectro luminoso e interação luz-matéria.

Palavras-chave: Significação Conceitual, Natureza da Luz, Abordagem Temática, Momentos Pedagógicos.

ABSTRACT

The dynamics of the Pedagogical Moments is being used in the teaching of Physics as a strategy of planning and development of didactic-pedagogic activities. In this sense, this work aims to investigate the appropriation of some concepts related to the study of nature of light, such as spectrum of light and light-matter interaction, by students of a public high-school from Campo Grande/MS. These concepts were addressed during the implementation of the thematic: “Energy Economy X Environment – a shine to sustainable consumption” following the assumptions of Thematic Approach. This thematic was organized according to articulations between the Pedagogical Moments and the Conceptual Meaning which is related to the ideas of Paulo Freire and Lev S. Vygotsky. The data were obtained by means of activities performed by the students and analyzed before the Discursive Textual Analysis. The results indicate that

¹Uma versão inicial deste trabalho foi apresentada no VI ENPEC, dez/2011.

the organization of the structure of knowledge - second Pedagogical Moment - following the process of Conceptual Meaning, enhances the learning of physical concepts by the students, which begin to appropriate concepts such as spectrum of light and light-matter interaction.

Keywords: Conceptual Signification, Study of Light, Thematic Approach, Pedagogical Moments

Introdução

Alguns estudos que investigam a abordagem de conceitos de Física em sala de aula têm utilizado a dinâmica dos Momentos Pedagógicos, a exemplo daqueles relacionados à inserção da Física Moderna e Contemporânea (FMC) na Educação Básica e Superior (Karam, Cruz e Coimbra, 2007; Köhnlein e Peduzzi, 2005; Alvetti e Delizoicov, 1998), os que exploram um ensino de Química por meio de atividades experimentais, a exemplo do trabalho de Francisco, Ferreira & Hartwig (2010). Além daqueles que utilizam os Momentos Pedagógicos no contexto da Abordagem Temática (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002), tais como Lindemann (2010), Torres (2010), Soares, Avelar e Gehlen (2011) e Torres et al. (2008).

Essa disseminação dos Três Momentos Pedagógicos no ensino de Ciências/Física é constatada por Muenchen (2010) ao investigar a utilização desta dinâmica por professores da educação básica e formadores na região de Santa Maria/RS. A autora destaca que essa dinâmica tem sido utilizada em diversas perspectivas, seja como uma mera metodologia ou para estruturar atividades didático-pedagógicas organizadas por meio de temas que seguem a Abordagem Temática Freireana (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002). Quanto a esta perspectiva, destacam-se diversos estudos que investigam a possibilidade de desenvolvê-la no contexto da Educação Básica, como Coelho e Marques (2007), Muenchen e Auler (2007), Lindemann et al. (2009), Strieder, Watanabe e Gehlen (2010) entre outros, além daqueles que buscam compreender as concepções de professores sobre essa proposta, como o trabalho de Strieder, Watanabe e Gehlen (2010), no qual identificam compreensões de professores de Física da Educação Básica que participaram de algumas intervenções de propostas baseadas na Abordagem Temática, os quais apresentam clareza sobre os conteúdos a serem abordados nos temas, embora esses mesmos professores, apresentem dificuldades em propor temas para além dos conteúdos estabelecidos pela organização curricular tradicional.

Dessa forma, objetiva-se investigar a apropriação, por parte de estudantes, de conceitos de Física, e promover uma reflexão crítica acerca da realidade local no âmbito da temática relacionada à educação ambiental, durante a implementação do tema “Economia Energética x Meio Ambiente – uma luz para o consumo sustentável”, em sala de aula, na segunda série do Ensino Médio. O planejamento e desenvolvimento do tema em sala de aula seguiram alguns pressupostos da Abordagem Temática Freireana (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002) e a dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos, a qual foi estruturada seguindo aspectos da Significação Conceitual, baseada em Vygotsky (Gehlen, Maldaner e Delizoicov, 2012).

A significação conceitual na perspectiva vygotskyana e a dinâmica dos Momentos Pedagógicos

A Significação Conceitual está presente na Situação de Estudo (Maldaner, 2007), caracterizada como uma proposta curricular, em que há uma preocupação com o processo de interação entre os conhecimentos cotidianos e científicos. Para Vygotsky (2001), o

desenvolvimento dos conceitos cotidianos e científicos são processos intimamente interligados, que exercem influência uns sobre os outros, possibilitando que atinjam novos níveis de desenvolvimento. Uma interação entre esses conhecimentos tem como resultado o que Vygotsky (2001) denominou de *conceitos verdadeiros*, que são compreensões mais aprofundadas dos alunos dentro de um contexto específico, como da abordagem do conceito científico no âmbito escolar. Esse processo é importante, uma vez que a significação de um conceito científico permite reorganizar a vivência do estudante, que forma consciência sobre ela e permite novas ações que eram despercebidas por eles (Maldaner, 2007).

Na Situação de Estudo há um processo a ser seguido para que a Significação Conceitual seja efetivada dentro do contexto de sala de aula, isto é, para que ocorra a formação do pensamento conceitual do estudante, esse processo é organizado em três etapas: 1) *Problematização*: buscar e explicitar o primeiro entendimento que os alunos têm sobre a problemática e fica posta a necessidade de novos conhecimentos; 2) *Primeira elaboração*: remete para textos de aprofundamento, de atividades que vão desembocar num trabalho de finalização e socialização; 3) *Função da elaboração e compreensão conceitual*: que se enquadra como nível conceitual atribuído a cada ciclo de estudos ou série, e a volta ao problema em foco, quando deve ocorrer a sistematização (Auth, 2002, p.141).

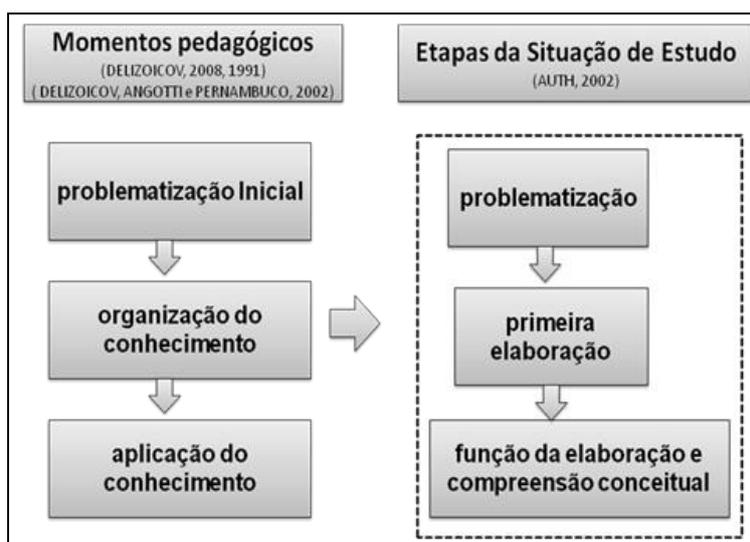
Estudos na área do Ensino de Física têm como aporte diversos conceitos vygotksyanos. Dentre eles, destaca-se a Zona de Desenvolvimento Proximal, na qual os aspectos relacionados à fala e interações com parceiros mais capazes são abordados a exemplo do desenvolvimento de atividades coletivas, como a realização de experimentação em ambiente virtual (Pereira, Ostermann e Cavalcanti, 2011; Pereira e Ostermann, 2009). Além desses conceitos, considera-se fundamental explorar a Significação Conceitual, também importante na teoria de Vygotsky (2001), ao se trabalhar a questão da inserção de conceitos de Física em sala de aula.

A dinâmica dos Momentos Pedagógicos, segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), é sistematizada com base nos pressupostos de Freire e consiste em: 1) *Problematização Inicial*: caracteriza-se pela exposição de situações reais que os alunos presenciam e que, ao mesmo tempo, estão envolvidas com os temas a serem discutidos, desafiando os alunos a exporem suas compreensões do tema em questão e que desperte neles a necessidade de sua resolução; 2) *Organização do Conhecimento*: são estudados os conhecimentos científicos necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial e 3) *Aplicação do Conhecimento*: aborda sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno com a retomada das situações iniciais e a abordagem de novas situações.

Muenchen (2010), ao analisar a disseminação dos Três Momentos Pedagógicos no Ensino de Física, destaca que o potencial desta dinâmica está na vinculação a um Tema Gerador, caracterizando a Abordagem Temática e indo na “contra mão” do ensino tradicional de sala de aula. A autora aponta que mesmo que alguns professores, forçados pela prática tecnicista, formulem perguntas ao invés de problematizações² – no âmbito da perspectiva freireana – os Três Momentos Pedagógicos abrem espaço para a voz do aluno, instituindo o diálogo, que é um dos pressupostos de Paulo Freire.

² Segundo Muenchen (2010), a característica fundamental da problematização no âmbito escolar é o exercício da curiosidade e a inquietação pelo saber, aliados a um diálogo em que a opinião sobre diferentes concepções de mundo são expostas e respeitadas, tendo a função de “desocultar” conceitos e estimular a visão crítica sobre a realidade vivida. Em seu trabalho, a autora também explicita um paralelo entre esse conceito de problematização apresentado e o conceito de perguntar, muitas vezes utilizado como sinônimo de problematizar o conceito em sala de aula.

Por outro lado, Gehlen e Delizoicov (2012) tecem algumas articulações teóricas entre Freire (1987) e Vygotsky (2001) e propõem a inserção do processo de Significação Conceitual na estruturação dos Momentos Pedagógicos. Neste estudo os autores destacam que a *Organização do Conhecimento* – segunda etapa dos Momentos Pedagógicos – não apresenta, de forma sistemática, um processo para a significação de conceitos. Em outras palavras, não há etapas definidas que possam ser seguidas durante atividades didático-pedagógicas, na abordagem de conceitos científicos em sala de aula, o que difere da proposta da Situação de Estudo (Maldaner, 2007), em que são explicitadas etapas vinculadas à Significação Conceitual. Em busca de uma sistematização da *Organização do Conhecimento*, Gehlen (2009) discute as relações entre Freire e Vygotsky e propõe uma interlocução entre os Momentos Pedagógicos e



as etapas da Situação de Estudo – que correspondem ao processo da Significação Conceitual – conforme ilustra a Figura 01.

Figura 01 - Complementaridade entre os Momentos Pedagógicos e as etapas da Situação de Estudo (Gehlen, 2009, p. 199).

A figura 1 sintetiza a proposta de Gehlen (2009) de que na *Organização do Conhecimento* as atividades necessitam ser sistematizadas seguindo as etapas da Significação Conceitual. Isto é, as etapas: 1) *Problematização*; 2) *Primeira Elaboração*; 3) *Função da Elaboração e Compreensão Conceitual* passam a agregar na *Organização do Conhecimento* elementos da perspectiva vygotskyana, potencializando a abordagem de conceitos científicos em sala de aula.

Encaminhamentos metodológicos

O presente estudo foi desenvolvido durante as atividades relacionadas ao Estágio Supervisionado do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), numa escola pública da cidade de Campo Grande/MS, no segundo semestre de 2010, em uma turma do segundo ano do Ensino Médio. Foram realizadas atividades relacionadas ao tema “Economia Energética x Meio Ambiente – uma luz para o consumo sustentável”, que ocorreram em várias etapas, como: i) escolha do tema a ser trabalhado; ii) organização e planejamento³ didático-pedagógico do tema e iii) desenvolvimento em uma

³ As atividades que correspondem à organização e planejamento do tema estão descritas de forma sistemática em Miguel, Corrêa e Gehlen (2011).

turma de alunos no segundo ano do Ensino Médio; iv) avaliação e reflexão sobre a implementação.

Os resultados obtidos, bem como as reflexões subjacentes, foram subsidiados por dois instrumentos metodológicos: a) registros escritos – orientados pelo Diário do Professor, adaptado de Porlán e Martín (1997) e o pelo Diário de Aula, com base em Galiazzi e Lindemann (2003), realizados durante as aulas vinculadas ao tema; e 2) produções dos alunos – consideradas questões problematizadoras, interpretações de atividades realizadas em coletivo e produções textuais.

Destaca-se que apesar da turma de alunos ser composta no total por 21 alunos, neste estudo, foram analisadas apenas as produções de três alunos, identificados como Aluno A, Aluno B e Aluno C, uma vez que esses participaram de todas as atividades envolvidas no tema. A seguir são apresentadas as etapas do planejamento e desenvolvimento do tema “Economia energética x Meio ambiente – uma luz para o consumo sustentável”, seguindo a dinâmica dos Momentos Pedagógicos e as etapas da Significação Conceitual.

O tema “Economia Energética x Meio Ambiente – uma Luz para o consumo sustentável”

O tema “Economia Energética x Meio Ambiente – uma luz para o consumo sustentável” teve como finalidade iniciar as discussões referentes à natureza da luz (conceito físico) no segundo ano do Ensino Médio. O ponto de partida das discussões envolveu a problemática enfrentada na cidade de Campo Grande – Mato Grosso do Sul – que é: Cerol em linha de pipas, geralmente confeccionada com o uso de lâmpadas fluorescentes.

Seguindo a perspectiva da Abordagem Temática, o tema “*Economia Energética x Meio Ambiente – uma Luz para o consumo sustentável*”, foi elaborado e planejado tendo como referência os pressupostos de Freire e Vygotsky, seguindo, respectivamente, a complementaridade entre os Momentos Pedagógicos e a Significação Conceitual, tal como discutida por Gehlen (2009). Assim, adotou-se uma temática que teve como critério de seleção a realidade local da comunidade escolar e da cidade de Campo Grande.

Momentos Pedagógicos

a) Problematização inicial

As atividades referentes ao tema iniciaram com a apresentação de uma reportagem⁴ da rede de TV local intitulada “*Cerol em pipa leva jovens à delegacia em Campo Grande*”. Na reportagem há imagens de jovens quebrando uma lâmpada fluorescente para confeccionar o cerol, no entanto, a reportagem não chama a atenção para essa prática comum na confecção de pipas.

Com o objetivo de abordar essa problemática com os alunos, foram propostas algumas questões problematizadoras, dentre elas: 1) *Quais as vantagens e desvantagens que você conhece quando escolhe utilizar uma lâmpada fluorescente para iluminação?* 2) *Os materiais que existem dentro das lâmpadas podem torná-las perigosas? Justifique sua resposta;* e 3)

⁴extraído e adaptado da reportagem: <http://fantastico.globo.com/Jornalismo/FANT/0,MUL1579008-15605,00 CEROL+EM+PIPA+LEVA+JOVENS+A+DELEGACIA+EM+CAMPO+GRANDE.html>

Quando se tornam inutilizáveis, normalmente, as lâmpadas fluorescentes são descartadas em qual local conhecido por você?

A participação dos estudantes foi significativa, contudo, como o foco deste estudo está nas atividades que correspondem ao segundo e terceiro Momento Pedagógico, *Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento*, respectivamente, uma sistematização mais detalhada da *Problematização Inicial* será apresentada num trabalho futuro.

b) Organização do conhecimento

1) Problematização: Neste momento, os alunos têm o primeiro contato com as palavras representativas do conceito, são sugeridas atividades com os alunos em que as palavras e conceitos que serão significados aparecem para além da abordagem dos conceitos realizada na *Problematização Inicial*– primeiro Momento Pedagógico - (Gehlen e Delizoicov, 2012; Gehlen, 2009). É nessa etapa que também são realizados questionamentos aos alunos sobre os conceitos científicos que envolvem a temática em estudo. No contexto do tema “Economia Energética x Meio Ambiente – uma luz para o consumo sustentável” foi elaborado um texto que apresenta aspectos envolvidos na produção de lâmpadas e seus diferentes tipos. O texto também relata fatores relacionados ao consumo e descarte dessas lâmpadas chamando a atenção para a existência de elementos contaminantes nas lâmpadas do tipo fluorescente. No decorrer do texto, aparecem palavras como: fluorescente, incandescente, radiação, energia luminosa, raios ultravioletas etc., que remetem a conceitos ligados à Física Clássica e também à Física Moderna e Contemporânea.

Nessa atividade os alunos foram orientados a identificar palavras que não sabiam explicar de forma sistemática, mas eram relacionadas ao estudo da Física considerando a abordagem de conteúdos anteriores. As seguintes palavras foram identificadas com maior frequência pelos alunos: “*incandescência*”, “*dicróicas*”, “*halógenas*”, “*tungstênio*”, “*argônio*”, “*oriundo*”, “*fosforescente*”, “*bulbo*”, “*soquetes*” e “*mercúrio*”, como é possível constatar em alguns exemplos nos trechos abaixo grifados pelos Alunos A, B e C (Figura 2).

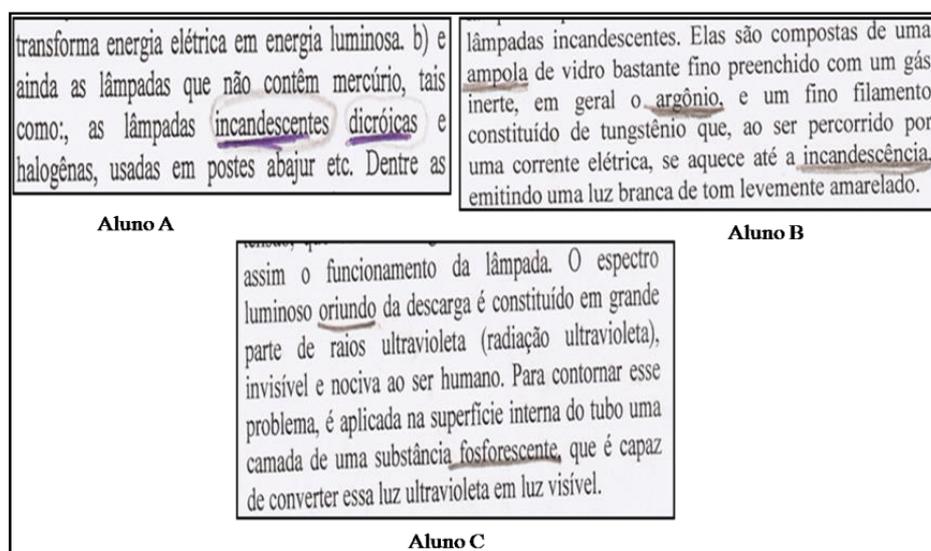


Figura 02 – Trechos grifados pelos alunos no texto trabalhado em sala de aula.

Identificamos que os Alunos A, B e C não se atentaram para palavras como: *radiação*, *luz ultravioleta*, *luz visível*, *espectro luminoso* e *energia luminosa*, e sim a palavras que nunca tinham ouvido falar conforme relato deles quando questionados sobre suas escolhas.

Constatamos que as palavras não grifadas pelos alunos já lhe eram familiares, ou seja, faziam parte de um conceito elaborado por eles, formado a partir de suas vivências. Para Vygotsky (2001), esses conhecimentos são denominados de conceitos espontâneos, necessários para o desenvolvimento dos conceitos científicos, pois estes são elevados em nível de significação quando houver a apropriação de conceitos científicos.

Também foram realizadas discussões em torno de questões problematizadoras que, nesta primeira etapa da Significação Conceitual, são realizadas envolvendo a palavra representativa do conceito científico a ser significado (Maldaner, 2007). Assim, as palavras representativas dos conceitos de Física no texto foram expostas na lousa e um diálogo foi estabelecido com os alunos sobre algumas questões, dentre elas: O que você entende por espectro luminoso? O texto retrata que a luz ultravioleta é invisível, e a camada fosforescente presente nas lâmpadas do tipo fluorescente tem como objetivo “convertê-la” para uma faixa de luz visível, o que você entende sobre isso? O que vocês entendem sobre radiação ultravioleta? A partir desse diálogo, os alunos passaram a relacionar as perguntas com os conhecimentos que eles já dispunham e realizaram novas questões:

Radiação é um tipo de luz? Celulares emitem radiação? Em Goiânia, houve um vazamento acidental de radiação que causava câncer, o que tem a ver? (Aluno A).

Em discussão acerca da radiação ultravioleta os alunos sinalizam que essa palavra é comum, pois, segundo eles:

Os bloqueadores solares são feitos para se proteger dos raios ultravioletas (Aluno A).

[...] a luz ultravioleta causa câncer de pele (Aluno B).

Os alunos expressaram seus entendimentos por meio de perguntas e colocações em que já é possível identificar relações com alguns conceitos científicos, a exemplo do Aluno A que relaciona a palavra radiação com o acidente ocorrido em Goiânia, na década de 1980. Com base nas falas, constata-se, também, a compreensão dos alunos do que seria a *luz ultravioleta*, ao argumentarem que a radiação ultravioleta é uma luz vinda do sol e que causa câncer, o que permite identificar esse argumento como um conceito espontâneo. Resultado semelhante é obtido por Gehlen, Auth e Auler (2008) durante o desenvolvimento do tema “Ser Humano e Ambiente: percepção e interação” na perspectiva da Situação de Estudo no Ensino Fundamental; eles constatam que os alunos se utilizam de palavras representativas de conceitos, já que essas, na perspectiva vygotskyana, têm a função diretiva na formação dos conceitos verdadeiros.

De acordo com Vygotsky (2001), a formação dos conceitos evolui ao longo de duas linhas: a formação de complexos e a formação de conceitos potenciais que, através do uso da palavra, orientam a formação dos *conceitos verdadeiros*. É elemento mediador entre os conceitos cotidianos e os científicos e, como salientado no trabalho de Gehlen, Auth e Auler (2008), no campo pedagógico, a palavra é um conceito em si para o professor, mas que ainda não pode ser para o aluno, sendo assim, a comunicação pelo uso das palavras representativas mediada pelo professor é a responsável pela evolução dos significados. Motivo pelo qual foram formuladas perguntas para os alunos que envolveram palavras representativas dos conceitos científicos. Nessa primeira etapa da Significação Conceitual, o diálogo que envolveu os conhecimentos dos alunos deu início ao processo, o que foi identificado pela busca dos alunos por semelhanças entre seus conceitos espontâneos e percepções com os conceitos científicos descritos no texto.

2) Primeira Elaboração– Remete para atividades que envolvem, especialmente, o aprofundamento de conceitos sobre as circunstâncias em que foram apresentados na primeira etapa. Segundo Gehlen (2009), essa etapa da Significação Conceitual consiste em situar um determinado conceito no contexto da vivência do sujeito por meio do uso induzido da palavra que o representa, desde o início, permitindo que se comece a construir os primeiros sentidos do conceito. Este, ao ser retomado em outros contextos, evolui em seu significado e atinge novos níveis de abstração.

Durante o desenvolvimento da temática, nesta etapa, buscou-se aprofundar os conceitos apresentados na primeira etapa com relação ao espectro da luz e a inserção de novos elementos, relacionados a conceitos da Física Moderna e Contemporânea. Assim, foi realizada uma atividade experimental para que os alunos observassem os diferentes espectros através de um espectroscópio feito de DVD (*Digital Video Disc*) e identificassem as diferenças entre os espectros da luz emitida por diversas fontes, tais como: lâmpadas incandescentes e fluorescentes, lâmpadas de postes de iluminação pública e outras. Também foi explorado com os alunos o conceito de dispersão da luz por meio de um prisma, aprofundando, assim, conceitos relacionados ao espectro da luz.

A atividade experimental foi realizada pelos alunos em grupo sob as orientações:

- visualizar o espectro da luz visível de diferentes fontes luminosas através do Espectroscópio;
- indicar como se apresentam os espectros de diferentes fontes;
- levantar hipótese sobre a observação e as diferenças entre os espectros.

Dentre as produções dos alunos, destaca-se a figura 03 que mostra a observação e representação dos espectros de emissão em diferentes fontes observadas pelo Grupo 01, composto pelos Alunos A, B e C, sobre o espectro contínuo, tomado como referência, destacando o espectro luminoso para as fontes observadas por meio de linhas de luz mais intensa, o que foi representado pelo Grupo 01 por setas.

Fonte de Luz	Representação das Cores
Fonte 1: Tela do Pc cristal liquido	
Fonte 2: Lâmpada Fluorescente Branca	
Fonte 3: Lâmpada incandescente comum	 <p>não vi linhas definidas</p>

Figura 03 - Representação das linhas do espectro da tela do computador realizada pelo Grupo 1.

A compreensão que os alunos tiveram no que se refere às diferenças do espectro de uma fonte luminosa para outra é explicitada em extratos como:

As lâmpadas exibem um espectro dependendo da fonte [...] as lâmpadas fluorescentes possuem mais definições nas linhas de luz[...] Dependendo da lâmpada possuem partes escuras sem coloração (Aluno A).

[...] cada fonte de luz são diferenciadas, pois cada uma tem uma energia de iluminação diferentes, umas são mais claras, outras mais escura[...] as lâmpadas fluorescentes contem várias cores porem três tem mais visibilidade, significa que é espectro visível (Aluno B).

Constatamos nestas falas dos alunos o emprego de palavras relacionadas a conceitos físicos, assim como uma compreensão referente a espectro discutido no texto. Por exemplo, o Aluno A relata que o espectro visualizado depende da fonte. Ainda que este aluno não apresente uma relação de dependência nessa fala e mesmo que o conceito não esteja formalizado, existe uma apropriação inicial da palavra espectro. O Aluno B relata que a diferença de luz emitida pela fonte é devida à diferença de energia e que as cores só foram visualizadas por estarem dentro do espectro visível. Neste caso, observa-se que o Aluno B constrói uma correlação entre iluminação no visível e a presença de linhas visíveis mais intensas. Apesar de o aluno utilizar o termo energia como sinônimo de iluminação, a sua fala permite evidenciar uma formação associativa entre as palavras representativas de conceitos discutidos na primeira etapa – *Problematização* – e o seu uso para a conceituação de suas observações.

Assim, nas falas dos alunos foram agregados mais significados às palavras representativas de conceitos científicos introduzidas na primeira etapa. Isso porque os conceitos abordados na primeira etapa, como: fluorescente, incandescente, radiação, energia luminosa, os quais permitiram o diálogo inicial na segunda etapa, foram reelaborados para a definição de novos significados no que se refere aos conceitos de espectro da luz e também com relação a espectros contínuos e discretos. É possível, então, inferir que nessa etapa os alunos já formaram um agrupamento de conceitos mesmo que seus pensamentos ainda sejam desorganizados e aleatórios. Vygotsky (2001) descreve esse agrupamento como sendo os *conceitos potenciais*, caracterizados pelo isolamento de atributos, essenciais para a significação de um conceito e conseqüentemente a formação dos *conceitos verdadeiros* por parte dos alunos. Com relação a isso, parte-se do pressuposto de que uma interação mediada pelo uso das palavras orienta os alunos para uma compreensão mais abrangente dos fenômenos físicos observados, induzindo-os a associar os conceitos por meio do uso das palavras representativas.

3) Função da Elaboração e Compreensão Conceitual – Nessa etapa são exploradas situações que apresentam explicações de cunho científico. É a etapa em que se busca a generalização do conceito, uma vez que seu propósito maior é a Significação Conceitual de modo a apresentar uma abordagem mais sistemática dos conhecimentos estruturados (Gehlen, 2009). Durante as atividades do tema “Economia Energética x Meio ambiente – uma luz para o consumo sustentável”, a abordagem de conceitos científicos em sala de aula foi realizada por meio de um simulador⁵ espectral, que permite identificar as características espectrais para os diferentes elementos químicos da tabela periódica, além da visualização dos espectros contínuos e discretos (tanto para a absorção quanto para a emissão). Por meio do simulador, os alunos identificaram a relação entre as diferentes cores espectrais, as transições eletrônicas e a energia luminosa produzida pelos distintos elementos. Os alunos também compararam os espectros que eles observaram por meio da experimentação proposta na segunda etapa, com o visualizado no simulador, bem como observaram a produção de espectros de emissão e absorção para alguns gases e sólidos, como o mercúrio.

⁵<http://www.teravation.com/products/spectroscopy>.

As atividades foram conduzidas por meio de uma apresentação em *slides* que permitiu a generalização dos conceitos de espectro, radiação e energia como consequência de transições eletrônicas na matéria e, também, de todos os outros conceitos que foram abordados no decorrer do desenvolvimento das atividades em sala de aula. Na sequência, os alunos elaboraram uma síntese sobre os conhecimentos trabalhados, conforme alguns extratos abaixo:

[...] passou um vídeo de uma reportagem sobre o cerol mas era só para falar sobre lâmpadas fluorescente que era o início de uma matéria que fala de luzes, espectros visíveis e não visíveis e fizemos um espectrômetro caseiro pra verificarmos as cores de cada tipo de luz e sua particularidades por causa da composição das lâmpadas (Aluno A).

As lâmpadas incandescente não possuem definições por causa que é por aquecimento que se da a iluminação (Aluno A).

As lâmpadas exibem variações de espectro dependendo da fonte, as lâmpadas fluorescentes possuem mais definições de linhas de emissão de luz (Aluno B).

[...] as lâmpadas de sódio possuem linhas distintas na variação do laranja e vermelho e as florescentes no azul, verde, laranja e vermelho por causa do mercúrio. Na aula de informática vimos os espectros de cada elemento químico da tabela periódica (Aluno B).

A partir das falas, observa-se que os alunos já utilizam palavras que representam os conceitos científicos. Por exemplo, com relação ao conceito de espectro, o Aluno A constrói um caminho, ainda de modo um pouco incipiente, mas com certa estruturação no que se refere à diferença entre o espectro, e sua definição por tipos, visível e não visíveis, correlacionando esse fato com a composição das fontes produtoras de luz. Cabe salientar, ainda, que o Aluno A relata a ausência de linhas espectrais e produção luminosa por incandescência, apesar de usar o termo "definições de linhas" como sinônimo de "linhas espectrais". Também é verificada a compreensão sobre o que são lâmpadas, ou seja, para o Aluno A existem vários tipos de lâmpadas e o que as identifica é relacionado ao conceito de espectro.

Na fala do Aluno B, constata-se a capacidade que este tem de definir a causa e o efeito do fenômeno físico observado, ao citar a dependência da fonte com relação ao espectro emitido. Além disso, ele apresenta o termo "lâmpadas" com referência ao conceito de espectro quando identifica as diferenças entre elas em um sentido mais amplo. Também, no que diz respeito à fala do Aluno B, chamamos a atenção para a expressão "elemento químico" e sua utilização para a explicação da variação do espectro, ou seja, observamos aqui a formação do conceito de espectro contínuo e discreto e sua correlação com as diferentes composições químicas.

c) Aplicação do conhecimento

Nessa etapa foram realizadas diversas atividades, dentre elas uma avaliação em que os alunos responderam questões que envolviam conceitos relacionados à FMC, como a interação luz-matéria. A figura 04 ilustra uma das questões da avaliação, a Questão 1.

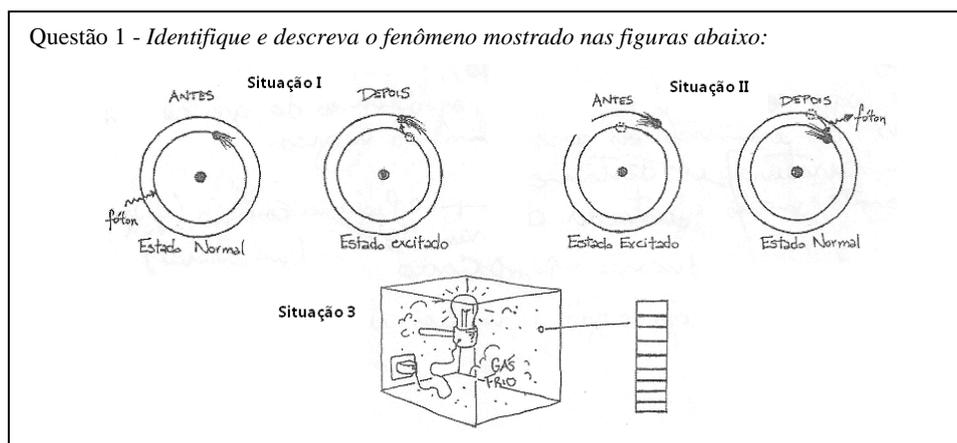


Figura 04 - Questão 1 da avaliação.

Quanto à questão apresentada, os alunos expressam os seguintes argumentos:

I – O elétron absorve energia, ficam excitados e pulam de camada eletrônica se distanciando do núcleo, produzindo um espectro de absorção. II – o elétron excitado perde energia e volta as camadas eletrônicas até chegar em sua posição original, e a energia é liberada (fótons), produzem o espectro de emissão (linhas de luz). III – A luz produz um espectro contínuo que ao passar pelo gás frio é absorvida e os átomos do gás absorvem certas energias que ao passar por um prisma produzem linhas negras (espectro de absorção) (Aluno A).

I – É emitido fótons sobre o sistema, o elétron absorve essa energia e se distancia do núcleo, isso é absorção de luz. (espectro). II – O átomo está excitado, quer dizer que ela está com energia, então ela libera essa energia em forma de fótons e volta ao estado normal, isso é emissão de luz (espectro) (Aluno B).

Analisando as respostas dos Alunos A e B, observamos o emprego de diversos conceitos que foram abordados no decorrer das aulas, a exemplo da correlação que o Aluno A faz entre os conceitos de absorção de luz e excitação eletrônica, decaimento eletrônico e a emissão de luz. Em ambos os casos, esses processos foram entendidos como envolvendo trocas de energia, permitindo concluir que os conceitos foram compreendidos em um contexto mais abstrato. Quanto ao conceito de interação luz-matéria, entendemos que este foi apropriado pelos alunos, mas de forma incipiente, contudo, apresentaram uma compreensão abstrata ao explicarem situações na Questão 1 no contexto de transições eletrônicas. Também fica evidente o entendimento dos alunos no que se refere ao termo “linhas espectrais”, a exemplo do Aluno A que utiliza o conceito para a descrição do fenômeno físico, o que não foi constatado em uma primeira abordagem na terceira etapa da *Organização do Conhecimento* quando este utiliza “definições de linhas” para o mesmo conceito. Nessa fase, o aluno já descreve usando o conceito de linhas de absorção, assim como demonstra compreender o conceito de fótons e de energia específica do fóton.

Em suma, as atividades do terceiro Momento Pedagógico permitiram identificar que os Alunos A e B, em suas produções textuais, apresentaram um sistema de conceitos melhor estruturado, isto é, são capazes de descrever uma situação por meio de conceitos físicos. O que está de acordo com Vygotsky (2001), que retrata o desenvolvimento da escrita a um maior nível de abstração, para além da fala. Para o autor, a escrita permite ao sujeito representar a situação por meio de uma análise analítica e sequencial distante do mundo real com o uso das palavras que representam conceitos.

Considerações finais

No desenvolvimento da temática “Economia Energética x Meio Ambiente – uma luz para o consumo sustentável” foi possível observar fatores relacionados à formação de conceitos mais elaborados em cada uma das etapas da Significação Conceitual abordadas na *Organização do Conhecimento* dos Momentos Pedagógicos. Esse processo possibilitou que os alunos tomassem consciência do significado das palavras representativas de conceitos como espectro da luz e interação luz-matéria, isso porque passaram a incorporar essas em suas produções.

Embora o conceito de interação luz-matéria ainda tenha sido apresentado pelos estudantes de forma incipiente, as atividades envolvidas no processo da Significação Conceitual permitiram uma compreensão do conceito físico da luz para além de uma abordagem geométrica. Em vista disso, tal situação proporcionou a significação do conceito de luz para uma forma mais generalizada, o que foi evidenciado nas produções dos alunos quando eles passaram a abordá-lo em diferentes situações. Isso está em sintonia com o pensamento de Vygotsky (2001), uma vez que a utilização da linguagem, por meio do uso das palavras, reorganiza a estrutura cognitiva em outros contextos de significado, permitindo o desenvolvimento do pensamento e consequentemente o processo de aprendizagem.

Essas constatações indicam que durante o desenvolvimento de um tema, seguindo os pressupostos da Abordagem Temática (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002), existe a necessidade de incorporar aspectos relacionados à Significação Conceitual, tal como proposto por Vygotsky (2001), no contexto da sistematização dos Momentos Pedagógicos. Isso porque a aprendizagem de um conceito, por parte do estudante, é um processo que demanda a sua retomada em outros contextos e situações, a exemplo das etapas da Significação Conceitual, para que evolua em significado e atinja novos níveis de abstração. Nesse sentido, destacamos que a *Organização do Conhecimento* necessita ser um processo organizado em diferentes etapas, ou seja, é necessário sistematizar um processo didático-pedagógico para se trabalhar os conceitos científicos no âmbito da dinâmica dos Momentos Pedagógicos, tal como apresentado por Gehlen e Delizoicov (2012).

Salientamos que durante o desenvolvimento e a construção de uma prática pedagógica que complemente os Momentos Pedagógicos e as etapas da Significação Conceitual, a sua organização permite a sistematização na abordagem dos conceitos científicos, permitindo significar estes e potencializando a *organização do conhecimento*. Além disso, ressaltamos que a *Problematização Inicial*, estruturada nos Momentos Pedagógicos, seguindo a perspectiva freiriana, é uma contribuição muito importante para a significação conceitual, permitindo uma relação entre o conceito espontâneo do aluno e o conceito científico, isto é, a relação entre esses conhecimentos e a busca pelo pensamento conceitual permite a tomada de consciência potencializando a aprendizagem pela interação dos sujeitos.

Referências Bibliográficas

Auth, M. A. (2002). *Formação de professores de ciências naturais na perspectiva temática e unificadora*. Tese de Doutorado. PPGE/UFSC. Florianópolis.

Brasil. (1997). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC.

- _____. (2002). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCNs+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC.
- Delizoicov, D.; Angotti, J. A. & Pernambuco, M. M. (2002). *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez.
- Francisco Jr. W. E.; Ferreira L. H. & Hartwig D. R. (2008). Experimentação Problematizadora: Fundamentos Teórico Práticos Para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. *Química Nova na Escola* n. 30.
- Freire; P. (1987). *Pedagogia do oprimido*. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Galiazzi, M. C.; Lindemann, R.(2003). *O diário de estágio: da reflexão pela escrita para a aprendizagem sobre ser professor*. Olhar de professor, v.6, n.1, p. 135-150.
- Gehlen, S. T. (2009). *A função do problema no processo ensino-aprendizagem de Ciências: contribuições de Freire e Vygotsky*. Tese de Doutorado. PPGECT/UFSC. Florianópolis.
- Gehlen, S.T.; Delizoicov, D.A dimensão epistemológica da noção de problema na obra de Vygotsky: implicações no ensino de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências (Online)*, v. 17, p. 59-79, 2012
- Gehlen, S. T.; Auth, M. A. & Auler, D. (2008). Contribuições de Freire e Vygotsky no contexto de propostas curriculares para a Educação em Ciências. *REEC*, v. 7, n. 1.
- Karam, R. A. S.; Cruz, S. M. S. C. & Coimbra, D. (2007). Relatividades no Ensino Médio: o debate em sala de aula. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 1.
- Köhnlein, J. F. K.; Peduzzi, L. O. (2005). 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*, v. 22, n. 1, p. 36-70.
- Maldaner, O. A. (2007). Situações de Estudo no Ensino Médio: nova compreensão de educação básica. In: Nardi, R. (org.). *Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes*. Escrituras: São Paulo.
- MIGUEL, J.C ; CORREA, A.P.S ; GEHLEN, S. T. (211) A Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: articulações entre os momentos pedagógicos e a significação conceitual. *XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física*, Manaus.
- Muenchen, C. (2010). *A disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS*. Tese. PPGECT/UFSC. Florianópolis.
- Pereira, A. P.; Ostermann, F. (2009). Sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.14, n. 3.
- Pereira, A. P.; Ostermann, F. & Cavalcanti, C. J. H. (2011). A ocorrência de “fala privada” entre adultos: uma estratégia analítica para o estudo das funções intrapsicológicas no ensino de ciências. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*. v. 13.
- Porlán, R.; Martín, J. (1997). *El diario del profesor: un recurso para la investigación en la aula*. Sevilla: Díada.
- Siqueira, M. (2006). *Do visível ao indivisível: uma proposta de Física de partículas elementares para o Ensino Médio*. Dissertação de Mestrado. IF/FE/USP.

Terrazzan, E. A.(1994). *Perspectivas para a Inserção de Física Moderna na Escola Média*. Tese de Doutorado. FE/USP. São Paulo.

Vygotsky, L. S. (2001). *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.