

Abordagem Temática no Ensino de Física: relações entre a perspectiva vygotskyana e os Momentos Pedagógicos

Thematic Approach in Teaching Physics: relationships between Vygotskian perspective and the pedagogical moment

Johnathan C. Miguel¹, Hamilton P. Soares Correa², Simoni Tormöhlen Gehlen³

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/ johnathan.cm@gmail.com

²Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/ hpsoares@gmail.com

³Universidade Estadual de Santa Cruz/Ilhéus-BA/ simonigehlen@yahoo.com.br

Resumo

Este trabalho tem por objetivo investigar a apropriação de alguns conceitos relativos ao estudo da luz, como espectro luminoso e a interação luz-matéria, por estudantes do Ensino Médio de uma escola pública de Campo Grande/MS. Esses conceitos foram abordados durante a implementação da temática: “Economia Energética X Meio ambiente – uma luz para o consumo sustentável”, planejada de acordo com articulações teóricas entre os Momentos Pedagógicos e a Significação Conceitual, baseada em Vygotsky. As informações foram obtidas por meio de Diários do professor, Diários de Aula e produções de alunos. Os resultados indicam que a organização dos Momentos Pedagógicos seguindo a Significação Conceitual, potencializa o processo de apropriação de conceitos como espectro luminoso e interação luz-matéria. Ainda que de forma incipiente, os alunos apresentaram uma compreensão do conceito físico da luz para além de uma abordagem geométrica.

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

Abstract

This work aims to investigate the appropriation of some concepts physics of light, such as the light spectrum and light-matter interaction, by high school students from a public school from Campo Grande/MS. These concepts were addressed during the implementation of the thematic: “Energy Economy X Environment – a shine to the sustainable consumption” according to theoretical articulations between the Pedagogical Moments and the Conceptual Meaning based in Vygotsky. The information was obtained through Daily of Teacher, Daily of Class and student productions. The results emphasize that the Conceptual Signification in the context of the Pedagogical Moments enhances the process of appropriation of concepts of MCP. The students began to incorporate concepts, such as the light spectrum and light-matter interaction. Albeit incipient, they showed a major comprehension of the physical concept of light beyond the geometric approach.

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

Introdução

Segundo orientações dos documentos oficiais (BRASIL, 1997; BRASIL, 2002), é recomendado que o Ensino de Física seja interdisciplinar e contextualizado, considerando diversos aspectos como a vivência dos estudantes. Diante disso, a organização curricular no Ensino da Física tem sido foco de algumas discussões que propõem a organização curricular por meio da Abordagem Temática, proposta por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), na qual os conceitos são subordinados ao tema. O que difere, segundo os autores, da Abordagem Conceitual configurada como uma perspectiva curricular cuja lógica de organização é estruturada pelos conceitos científicos, com base nos quais se seleciona os conteúdos científicos.

A abordagem de temas no Ensino de Física vem sendo foco de algumas pesquisas na área de ensino de Ciências e ensino de Física, como os trabalhos de Coelho e Marques (2007), Muenchen e Auler (2007), Lindemann et al. (2009), Strieder, Watanabe e Gehlen (2010) entre outros. Destaca-se, aqui, o estudo de Strieder, Watanabe e Gehlen (2010) que 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.

Buscando investigar as limitações e possibilidades da inserção de conceitos de Física por meio da abordagem de um tema em sala de aula, elaborou-se uma proposta didático-pedagógica baseada num tema denominado de “Economia Energética X Meio Ambiente – uma luz para o consumo sustentável”, em que foram selecionados alguns conceitos de Física relacionados à natureza da luz para a compreensão do tema. O planejamento e implementação do tema em sala de aula segue os Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2002) objeto de alguns estudos, a exemplo de Muenchen (2010) que analisa a disseminação dessa dinâmica no ensino de Física e de Gehlen (2009) que tece algumas articulações teóricas entre Freire (1987) e Vygotsky (2001) e propõe a inserção do processo de Significação Conceitual na estruturação dos Momentos Pedagógicos.

O tema “Economia Energética X Meio Ambiente – uma luz para o consumo sustentável” teve como finalidade iniciar as discussões referentes ao conceito físico da luz 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 o Cerol em linha de pipas, geralmente confeccionada com o uso de lâmpadas fluorescentes, elemento amplamente utilizado devido à crise energética enfrentada em anos anteriores. A importância da inserção desse tema no Ensino Médio está ancorada na possibilidade de articulações teóricas entre Freire e Vygotsky, estabelecidas por Gehlen (2009), tendo como referência a complementaridade entre os Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV,

ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2002) e as etapas da Situação de Estudo¹ (MALDANER, 2007). Dessa forma, objetiva-se investigar a apropriação, por parte de estudantes, de conceitos de Física como espectro da luz e interação luz-matéria, 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.

Nosso pressuposto é que o desenvolvimento dos Momentos Pedagógicos, em complementaridade com a Significação Conceitual, tal como proposta por Gehlen (2009), apresente uma estratégia de abordagem de conceitos de Física em sala de aula, potencializando também o processo de apropriação de conceitos científicos relacionados à Física Moderna e Contemporânea, por parte dos estudantes diante do enfrentamento de problemas, no qual são necessários tais conceitos para a compreensão geral e crítica do tema proposto.

Os Momentos Pedagógicos e a significação conceitual

Com relação aos estudos sobre a inserção de conceitos da FMC no Ensino de Física, esses têm como aporte diversos conceitos vygotskyanos. 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 da FMC em sala de aula.

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 na escola. 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, isto é, para que ocorra a formação do pensamento conceitual do estudante o 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 com o nível conceitual atribuído a

¹ Caracterizada como uma proposta curricular, a Situação de Estudo tem como aporte alguns pressupostos vygotskyanos, sendo uma situação prática relacionada à vivência do aluno, considera seus conhecimentos, além de ser rica conceitualmente (MALDANER, 2007).

cada ciclo de estudos ou série, e a volta ao problema em foco, quando deve ocorrer a sistematização (AUTH, 2002, p.141).

Alguns estudos que investigam a abordagem de conceitos de Física em sala de aula têm utilizado a dinâmica dos Momentos Pedagógicos, por exemplo, aqueles relacionados à FMC (KARAM, CRUZ e COIMBRA, 2007; KÖHNLEIN e PEDUZZI, 2005). Essa proposta, 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.

Cabe destacar 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 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.

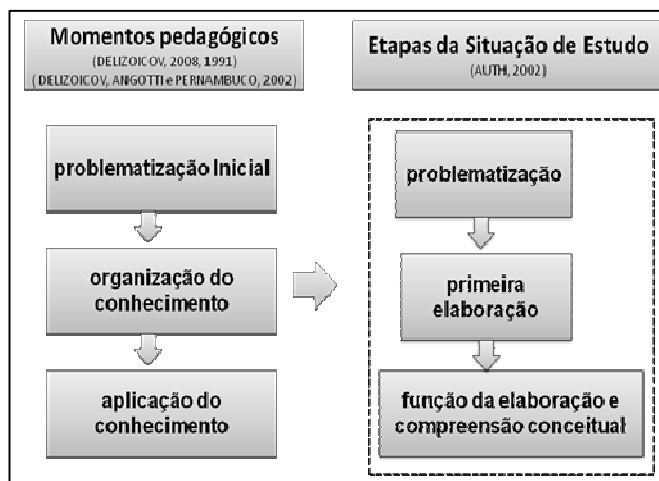


Figura 01 - Complementaridade entre os Momentos Pedagógicos e as etapas da Situação de Estudo (GEHLEN, 2009, p. 199).

A figura 1 sintetiza a proposta de Gehlen (2009) em que na *Organização do Conhecimento* as atividades devem 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 planejamento² didático-pedagógica do tema e iii) desenvolvimento em uma 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 analisados 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.

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 são apresentadas a seguir.

Momentos Pedagógicos

a) Problematização inicial

As atividades referentes ao tema iniciaram com a apresentação de uma reportagem³ 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. Assim com o objetivo de abordar essa problemática com os alunos, foram realizadas 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) 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.

² As atividades que correspondem à organização e planejamento do tema estão descritas de forma sistemática no estudo de (autores, XX).

³ extraído 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>

b) Organização do conhecimento

O desenvolvimento deste segundo Momento Pedagógico teve como referência as etapas da Situação de Estudo (AUTH, 2002), que configuram o processo da Significação Conceitual, as quais compreendem:

1) **Problematização:** Neste momento, os alunos têm o primeiro contato com as palavras representativas do conceito, em que são sugeridas atividades com os alunos em que as palavras e conceitos que serão significados aparecem para além da abordagem dos conceitos abordados na *Problematização Inicial* – primeiro Momento Pedagógico - (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 da Física Moderna e Contemporânea.

Nessa atividade os alunos foram orientados a identificar palavras que não sabiam explicar em relação aos conceitos de Física. 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, Aluno B e Aluno C (Figura 2).

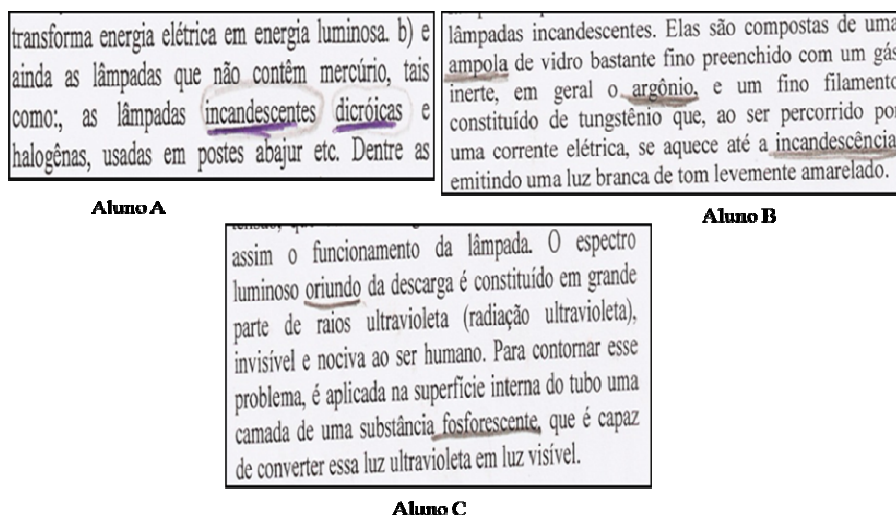


Figura 02 – Trechos grifados dos alunos no texto trabalhado em sala de aula.

Constatamos 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 realizado 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 “converte-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, contata-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, geralmente apresentado pela mídia.

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, tem função diretiva para a formação dos *conceitos verdadeiros*. Isto é, a palavra é o elemento mediador entre os conceitos cotidianos e os científicos. Segundo 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. Diante disso, a comunicação pelo uso das palavras representativas mediada pelo professor é a responsável pela evolução dos significados. Motivo pelo qual foram realizadas 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 apresentadas 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 Vídeo Disc) e identificassem as diferenças do espectro da luz emitidas 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: a) visualizar o espectro da luz visível de diferentes fontes luminosas através do Espectroscópio; b) indicar como se apresentam os espectros de diferentes fontes e c) levantar hipótese sobre a observação e as diferenças entre os espectros. Dentre as produções dos alunos, destaca-se a figura 3 que mostra a observação e representação dos espectros de emissão em diferentes fontes observadas pelo Grupo 1, composto pelos Alunos A, B e C.

A figura 03 representa as observações do Grupo 1 sobre o espectro contínuo, tomado como referencia, destacando o espectro luminoso para as fontes observadas por meio de linhas de luz mais intensa, o que foi representado pelo Grupo 1 por setas.

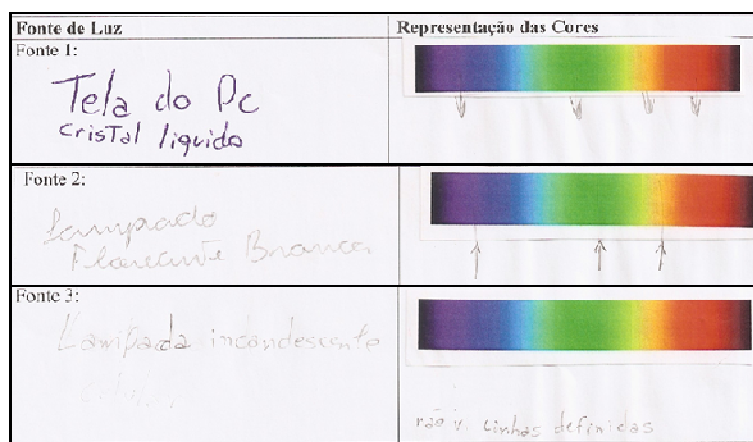


Figura 03 - Representação das linhas do espectro da tela do computador realizada pelo Grupo 1.

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, existe uma apropriação inicial da palavra espectro, mesmo que o conceito não esteja formalizado. O Aluno B relata que a diferença de luz emitida pela fonte é devido 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 do aluno utilizar o termo energia como sinônimo de iluminação, o que é um equívoco, a sua fala permite evidenciar uma formação associativa entre as palavras representativas de conceitos discutidas na primeira etapa – *Problematização* – e o seu uso para a conceituação de suas observações.

Assim, nas falas dos alunos foram agregados mais significados as 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, partimos 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 simulador⁴ 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.

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

⁴<http://www.teravation.com/products/spectroscopy>.

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, este ainda de modo um pouco incipiente, mas com certa estruturação no que se refere a diferença entre os espectros, e sua definição por tipos, visíveis e não visíveis, correlacionando esse fato em função da 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 a palavra “definições” como sinônimo de “linha espectral”. 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 conceito de lâmpadas em referência ao conceito 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.

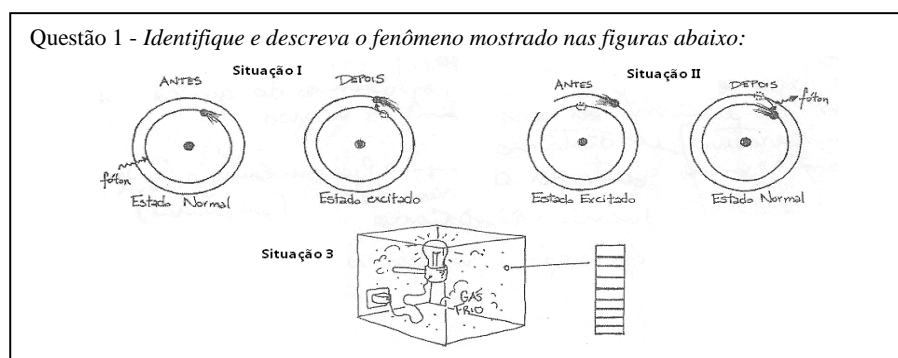


Figura 04 - Questão 1 da avaliação.

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 esta excitado, quer dizer que ela esta 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 no sentido de envolver trocas de energia, permitindo concluir que a situação foi compreendida de modo que os conceitos foram expostos 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 as 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” 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 estruturados, 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.

Algumas 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.

Por fim, destacamos que a Abordagem Temática (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2002) apresenta uma alternativa didático-pedagógica para a inserção de conceitos de Física no Ensino Médio, tanto da Física Clássica como os da FMC, ampliando as possibilidades da abordagem dos mesmos em sala de aula.

Referências Bibliográficas

- AUTH, M. A. *Formação de professores de ciências naturais na perspectiva temática e unificadora*. Tese de Doutorado. PPGE/UFSC. Florianópolis, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, 1997.
- _____. 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, 2002.
- CORRÊA, J. A. *et al.* A inserção da Física Moderna no Ensino Médio. In: *XV Simpósio Nacional de Ensino de Física*. Curitiba/PR, 2003.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002.
- FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- GALIAZZI, M. C.; LINDEMANN, R. *O diário de estágio: da reflexão pela escrita para a aprendizagem sobre ser professor*. Olhar de professor, v.6, n.1, p. 135-150, 2003.
- GEHLEN, S. T. *A função do problema no processo ensino-aprendizagem de Ciências: contribuições de Freire e Vygotsky*. Tese de Doutorado. PPGECT/UFSC. Florianópolis, 2009.
-

- GEHLEN, S. T.; AUTH, M. A.; AULER, D. Contribuições de Freire e Vygotsky no contexto de propostas curriculares para a Educação em Ciências. *REEC*, v. 7, n. 1, 2008.
- KARAM, R. A. S.; CRUZ, S. M. S. C.; COIMBRA, D. Relatividades no Ensino Médio: o debate em sala de aula. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 1, 2007.
- 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*, v. 22, n. 1, p. 36-70, 2005.
- MALDANER, O. A. 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, 2007.
- MUENCHEN, C. *A disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS*. Tese. PPGECT/UFSC. Florianópolis, 2010.
- PEREIRA, A. P.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.14, n. 3, 2009.
- PEREIRA, A. P.; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. 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, 2011.
- PORLÁN, R.; MARTÍN, J. *El diario del profesor: un recurso para la investigación en la aula*. Sevilla: Díada, 1997.
- SIQUEIRA, M. *Do visível ao indivisível: uma proposta de Física de partículas elementares para o Ensino Médio*. Dissertação de Mestrado. IF/FE/USP, 2006.
- TERRAZZAN, E. A. *Perspectivas para a Inserção de Física Moderna na Escola Média*. Tese de Doutorado. FE/USP. São Paulo, 1994.
- VYGOTSKY, L. S. *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
-