

Uma abordagem histórico-cultural para o ensino de física: análise e proposta de uma sequência didática

A historical- cultural approach to physics teaching : analysis and proposal of a didactic sequence

Douglas Augusto Galbiatti

Doutorando em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual "Julio de Mesquita Filho" - Campus Bauru, Brasil.

Eder Pires de Camargo

Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual "Julio de Mesquita Filho". Brasil.

Resumo

Analisa-se neste artigo uma sequência didática desenvolvida durante uma pesquisa de mestrado. A sequência em questão, em conjunto com cinco montagens experimentais compôs uma abordagem de ensino elaborada e aplicada com alunos de um curso de licenciatura em física de uma universidade pública brasileira. As atividades da pesquisa mencionada foram efetuadas segundo os passos ordenados na sequência didática, de forma que, cada passo serviu como agente direcional das ações realizadas pelo pesquisador. Os métodos dessa pesquisa qualitativa efetivaram-se através da gravação, em áudio e vídeo, dos encontros realizados com os sujeitos, que permitiram a posterior transcrição e análise das atividades. Os resultados obtidos apontaram no sentido da evolução conceitual do pensamento dos indivíduos, no tocante aos conceitos estudados, indicando, assim, as potencialidades e os limites das atividades executadas. Almejamos por meio da exposição da mesma, apresentar e analisar os resultados gerados pela aplicação, bem como suscitar a possível utilização dessa sequência por docentes dos distintos níveis de ensino.

Palavras-chave: ensino de física; teoria histórico-cultural; abordagem de ensino; sequência didática.

Abstract

Is analyzed in this article a didactic sequence developed during a master's research. The didactic sequence in question, together with five experimental assemblies composed a teaching approach designed and implemented by the researcher with students of a degree course in Physics of a Brazilian public university. The activities of that research were carried out according to the steps ordered in didactic sequence, so that each step served as directional agent of actions taken by the researcher. The methods of this qualitative research were conducted through recording in audio and video, the meetings that the researcher conducted with the subjects, which allowed the subsequent transcription and analysis of activities. The results pointed towards the conceptual evolution of the thinking of individuals with regard to the concepts studied, thus indicating the potential and the limits of the activities performed. We aim through of that exposure, present and analyze the results generated by the application, as well as raise the possible use of this sequence by teachers of different educational levels.

Keywords: physics teaching; cultural-historical theory; teaching approach; didactic sequence.

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo resulta de uma investigação de mestrado (GALBIATTI, 2014). Na pesquisa mencionada, analisaram-se os efeitos de uma sequência didática, aplicada a licenciandos de uma universidade pública brasileira, efetivada por meio de atividades de demonstração experimental aberta.

O que se buscou investigar em Galbiatti (op. cit.) foi a evolução dos argumentos dos licenciandos em relação aos conceitos de calor e temperatura. Em suma, analisamos os argumentos socializados pelos estudantes, segundo três categorias de análise construídas sob a base da teoria histórico-cultural desenvolvida por Vigotski (2001), a saber: complexos, pseudoconceitos e conceitos.

Buscamos nos argumentos dos licenciandos (estudantes) as unidades de significados que indicassem a compreensão e a evolução do pensamento dos mesmos sobre os conceitos de calor e temperatura segundo as categorias definidas a priori, pois, de acordo com a teoria histórico-cultural, o pensamento se realiza na palavra (BERNARDES, 2011) e, portanto, a fala, em si, é o próprio pensamento.

112

No decorrer da pesquisa, foram realizadas cinco atividades de demonstração experimental aberta, das quais participaram um número variado de um total de nove licenciandos entre uma atividade e outra. Em cada uma, a discussão foi pautada sobre um conceito distinto da termodinâmica que servia como fundamentação para a interpretação dos fenômenos ocorrentes em cada montagem experimental.

Partindo desses conceitos termodinâmicos, o pesquisador conduziu as discussões e a criação de hipóteses explicativas na direção dos conceitos de calor e temperatura, que seriam analisados de acordo com os objetivos da pesquisa.

No tópico seguinte, dissertamos sobre a utilização da teoria histórico-cultural na área de ensino de física, bem como na pesquisa em questão.

2. PERSPECTIVAS DE UTILIZAÇÃO DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL NO ENSINO DE FÍSICA

A teoria da aprendizagem desenvolvida por Vigotski e colaboradores foi apropriada pelos pesquisadores Brasileiros da área de ensino de física já há algum tempo. Os primeiros artigos que apresentaram citações das obras desses autores russos datam das últimas décadas do século passado.

Assim, é possível afirmar que as obras desses autores já estão disseminadas nos entremeios do conhecimento elaborado no decorrer das últimas três décadas na área de pesquisa de ensino de física no Brasil (PEREIRA; JUNIOR, 2014; SPOSITO, 2007; PRESTES, 2010).

Na área da educação, após a apropriação de um conhecimento, é necessário que ocorra a elaboração de atividades pedagógicas que estejam permeadas pelas afirmações teóricas assumidas. Por isto, seguindo o referencial teórico histórico-cultural, em Galbiatti (op. cit.) foram construídas cinco atividades de demonstração experimental aberta, que foram propostas e executadas com estudantes de um curso de licenciatura em física de uma universidade pública brasileira, seguindo uma sequência didática, também elaborada na investigação de Galbiatti (op. cit.).

Para uma compreensão mais aprofundada do tipo de atividades experimentais que foram executadas pelo autor com os sujeitos de sua pesquisa, citamos os autores Araújo e Abib (2003) que apresentam a definição de atividades de demonstração experimental aberta:

[...] as atividades de demonstração/observação aberta incorporam outros elementos, apresentando uma maior abertura e flexibilidade para discussões que podem permitir um aprofundamento nos aspectos conceituais e práticos relacionados com os equipamentos, a possibilidade de se levantar hipóteses e o incentivo à reflexão crítica, de modo que a demonstração consistiria em um ponto de partida para a discussão sobre os fenômenos abordados, com possibilidade de exploração mais profunda do tema estudado (ibidem, p. 181).

O objetivo do presente artigo, tendo como pano de fundo a evolução da argumentação dos licenciandos em física acerca dos conceitos de calor e temperatura, é analisar as etapas e características de uma sequência didática que estruturou uma das atividades aplicadas por Galbiatti (op. cit.), denominada “Hand-Bubbler”, que aborda os conceitos de calor específico, capacidade térmica e quantidade de calor.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA E REFERENCIAL DE ANÁLISE DE DADOS

O processo de constituição de dados na pesquisa qualitativa de Galbiatti (op. cit.) ocorreu por meio da realização de cinco atividades experimentais. Cada uma das atividades realizadas foi realizada em um encontro com duração média de cinquenta minutos e registrada em vídeo e áudio, de que foram transcritos, posteriormente, os argumentos expostos pelos licenciandos.

Em cada atividade discutiu-se os conceitos físicos da termodinâmica envolvidos em cada um dos fenômenos observados.

Os cinco encontros foram realizados semanalmente em um período de aproximadamente um mês, durante o tempo em que os licenciandos estavam abordando os conceitos de termodinâmica nas disciplinas obrigatórias da graduação em física.

Neste artigo, destacaremos, para fim de análise da sequência didática, uma das cinco atividades, denominada “Hand-Bubbler”, em que foram discutidos conceitos físicos tais como: capacidade térmica, calor específico e quantidade de calor. A evolução dos argumentos socializados pelos licenciandos durante a referida atividade servirá como pano de fundo para a análise da sequência didática.

114

A análise dos dados foi realizada segundo o referencial da Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2011), que pode ser compreendida da seguinte forma:

A análise textual discursiva é uma abordagem de análise de dados que transita entre duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa que são a análise de conteúdo e a análise do discurso [...] (MORAES; GALIAZZI, 2006, p. 118).

[...] entendemos que a análise textual discursiva parte de um conjunto de pressupostos em relação à leitura dos textos que examinamos. Os materiais analisados constituem um conjunto de significantes. O pesquisador atribui a eles significados a partir de seus conhecimentos, intenções e teorias. A emergência e comunicação desses novos sentidos e significados são os objetos de análise (op. cit., 2011, p. 16).

Após a definição do conjunto de elementos significantes, fizemos a estruturação do corpus de análise dos dados, em que esses elementos foram identificados e classificados dentro das categorias de análise para a consequente produção de inferências lógicas.

Apropriamo-nos dos estágios do pensamento da teoria de Vigotski para denominar e definir cada uma das categorias de análise, de acordo com o objetivo de analisar a dialética de evolução da argumentação dos licenciandos sobre os conceitos físicos de calor e temperatura. Assim, estabelecemos as seguintes categorias (GALBIATTI, op. cit., p. 82 e 83):

Complexos: essa categoria engloba os argumentos que se encaixam, no que é apresentado por Vigotski, no escopo do pensamento por complexos. Ela envolve os argumentos que expõem os conceitos de calor e temperatura relacionados a algo concreto, através de relações de contato, necessidade de caracterização material desses conceitos etc.

Pseudosconceitos: [...] nessa categoria, encaixam-se os argumentos que tratam dos conceitos de calor e temperatura ainda através de complexos, mas que apresentam alguma relação [...] com o pensamento por conceitos.

Conceitos: Essa categoria contém os argumentos mais elaborados quando comparados àqueles expressos pelas demais. Nessa categoria são englobados os argumentos que expressam um nível abstrato de compreensão dos conceitos de calor e temperatura, ou seja, os argumentos em que os estudantes expressam-se abstratamente sobre os conceitos, não mais os relacionando com objetos ou situações concretas.

115

A partir das categorias, foi possível sistematizar as unidades de significado que compunham os argumentos manifestados pelos estudantes, o que permitiu a análise da evolução dos argumentos apresentados, bem como da estrutura didática das atividades realizadas que teve como ponto de partida a sequência didática apresentada no item IV.

4. DEFINIÇÃO DO CONCEITO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Para Zabala (1998) uma sequência didática é uma sequência de passos cujo objetivo é nortear uma atividade didática.

Podemos dizer também, que uma sequência didática é um conjunto sequencial de atividades planejadas por um professor para intencionalmente atingir objetivos educacionais, guiar sua prática profissional, construindo assim um caminho claro e organizado de suas ações pedagógicas.

Na sequência, apresentamos os tópicos da sequência didática elaborada em Galbiatti (op. cit.):

1. Divisão dos estudantes em grupos;
2. Realização da demonstração experimental aberta para os grupos;
3. Discussão do professor e dos estudantes sobre a demonstração experimental aberta;
4. Discussão dos alunos no âmbito de seus grupos;
5. Interação entre o professor e os estudantes no âmbito de cada grupo;
6. Tempo para a discussão intragrupos e elaboração de hipótese explicativa para o fenômeno estudado;
7. Explicação do professor, ao término das discussões, do fenômeno observado a partir da montagem experimental.

116

No próximo tópico, explicitamos e analisamos uma atividade desenvolvida segundo a sequência didática descrita.

5. ATIVIDADE EXPERIMENTAL “HAND-BUBBLER” E ANÁLISE DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Nas atividades experimentais realizadas, o objetivo principal foi registrar e avaliar se, no decorrer de cada uma, havia evolução ou não evolução dos argumentos dos licenciandos sobre os conceitos de calor e temperatura. Para tanto, utilizamos as categorias de análise: complexos, pseudoconceitos e conceitos.

Para esse artigo, apontamos os argumentos socializados pelos alunos na atividade “Hand-Bubbler”. Abaixo, disponibilizamos uma imagem representativa do aparato didático experimental utilizado:

FIGURA 1: HAND-BUBBLER



Fonte: Galbiatti (op. cit.)

Essa montagem experimental pode ser encontrada em lojas de presentes e, através dela, pode-se estudar os conceitos de calor específico, capacidade térmica e dilatação volumétrica em física, bem como os de calor e temperatura que subjazem aos demais.

117

O aparato é formado por dois bulbos de vidro, conectados por um fino tubo também em vidro. O bulbo inferior é preenchido com um líquido volátil e pelo gás desse líquido.

O fenômeno ocorrido na montagem pode ser descrito da seguinte forma: ao colocar a mão em contato com o bulbo inferior, durante um intervalo de tempo suficiente para que a configuração do sistema formado pelo contato da mão fechada com a parede do aparato experimental atinja uma temperatura maior do que a ambiente, ocorre a expansão volumétrica do gás contido no bulbo. A partir desse momento, as moléculas passam a exercer uma força maior sobre o líquido do que na configuração anterior, ou seja, antes da mão entrar em contato com o bulbo.

O aumento da força exercida pelo gás sobre o líquido pode ser interpretado fisicamente como aumento de pressão, que movimenta o líquido pelo fino tubo de vidro que conecta os bulbos, fazendo jorrar o líquido no bulbo superior.

A seguir estão alguns dos argumentos apresentados individualmente pelos licenciandos individualmente sobre o fenômeno observado nessa atividade:

QUADRO 1

Argumentos individuais dos licenciandos

SUJEITO	CATEGORIA	ARGUMENTO
Eva	Pseudoconceitos	Quando você colocou a mão ali, a sua mão aqueceu o vidro, que conseqüentemente aqueceu o que tava dentro (referindo-se ao fluido contido no bulbo inferior do experimento), aí ele dilatou o volume dele, sei lá, o volume dele e, conseqüentemente, ele subiu. Mais ou menos isso.
Júlio	Complexos	Mas e a hora que ele não tá em contato? (referindo-se à descida do líquido, do bulbo superior para o inferior, após o pesquisador ter retirado a mão deste último).
Eva	Pseudoconceitos	Porque ele tá se aquecendo, aí ele vai dilatar, vai aquecer e vai subir. Aí você tira a mão e ele desce, igual tá acontecendo agora [...].
Pedro	Pseudoconceitos	Sua temperatura tá mais alta do que a temperatura do corpo (aqui a palavra "corpo" nos remete ao aparato experimental). Então, conforme você relou, sua palma da sua mão esquenta bastante, o álcool vai absorver bastante da sua energia, vai aquecer e aí vai subir, a hora que você tira vai esfriar e vai voltar pra temperatura ambiente.
Pedro	Pseudoconceitos	Não seria bem que esquenta, transfere uma energia [...].
Pedro	Pseudoconceitos	Porque aí o líquido vai esquentar muito rápido e o gás também vai esquentar, e vai querer os dois subir ao mesmo tempo pro de cima, o que vai explodir o sistema.

Fonte: Galbiatti (op. cit.)

Ainda, é também importante darmos destaque aos argumentos comunicados em grupo pelos estudantes:

QUADRO 2

Argumentos dos grupos

SUJEITOS	CATEGORIA	ARGUMENTO
Aldo, Toni e Eva	Conceitos	Ao segurar o bulbo inferior com uma mão, há transferência de energia da mão para o líquido (já que o recipiente de vidro é muito fino), aumentando sua temperatura (temperatura do líquido). Por ser um líquido volátil, a pressão de vapor no bulbo aumenta, provocando a subida do líquido. Em princípio o líquido continua subindo, até que a pressão da coluna líquida se iguale à pressão de vapor no bulbo.
Juca, Oscar, Júlio e Pedro	Conceitos	A partir do momento em que a mão entra em contato com o sistema “vidro-líquido”, a temperatura da mão transmite energia ao sistema, com isso esquentando o líquido volátil (álcool) dentro do recipiente e o ar. Já que o álcool esquenta mais rápido que o ar, fazendo com que o ar frio desça e o líquido suba (no bulbo de baixo). Ao término do líquido, o ar do bulbo de baixo passa a adquirir uma temperatura maior que o ar do bulbo de cima, com isso ele sobe.

Fonte: Galbiatti (op. cit.)

119

Inferimos das passagens dos argumentos dos estudantes apresentadas acima, que os sujeitos formularam argumentos explicativos para o fenômeno observado no “Hand-Bubbler” à medida que interagiram com seus colegas e com o pesquisador.

A interação entre os sujeitos foi crescente no decorrer de cada encontro, e também aumentou de um encontro para o outro. Os argumentos seguiram um movimento dialético entre a categoria de complexos e a de conceitos.

Esse movimento é previsto pela teoria histórico-cultural, sendo compreendido como o caminho da evolução do pensamento desde o pensamento por complexos (caracterizado pelo entendimento pautado sobre o que é concreto) até o pensamento por conceitos (caracterizado pela abstração sustentada pela lógica). E, como para Vigotski (op. cit.), a fala é o próprio pensamento, nos foi possível captar os argumentos expressos pelos sujeitos de pesquisa e categorizá-los.

Quando afirmamos, acima, que a fala é o próprio pensamento segundo Vigotski, não nos referimos a qualquer expressão linguística falada dos licenciandos, mas às composições orais que se remetem diretamente aos conceitos de calor e temperatura e que foram percebidas por Galbiatti (op. cit.), após o estabelecimento da relação de intersubjetividade, como expressão da compreensão elaborada pelos estudantes sobre os conceitos.

Mais especificamente sobre a sequência didática, pode-se dizer que ela foi essencial à execução da atividade experimental. Como já mencionado, o pesquisador estruturou-a de forma a organizar e nortear os momentos de interação, tanto dele com os licenciandos quanto desses últimos entre si, de forma a preparar os sujeitos e as situações para a mediação semiótica que torna possível o compartilhamento de uma definição de situação que, por sua vez, é a chave para o estabelecimento da relação de intersubjetividade, primordial para a efetivação das interações sociais entre os estudantes.

A sequência didática foi uma ferramenta valiosa na execução das atividades, pois permitiu a previsão e a supervisão de cada momento executado pelo pesquisador. A argumentação dos estudantes pôde ser guiada pelo pesquisador; a interação, dependente dessas expressões comunicativas, fez-se presente nos momentos oportunos.

120

Porém, podemos destacar ainda, alguns limites dessa sequência didática. As atividades não motivaram ou despertaram manifestações orais ou gestuais observáveis em alguns estudantes, o que impossibilitou a análise da participação desses sujeitos, já que não foi possível captar dados analisáveis sobre eles.

Essa limitação se deveu, sob nossa análise, ao pouco tempo de convivência do pesquisador com os sujeitos, o que não permitiu a esses últimos estabelecerem uma relação de intersubjetividade para que os indivíduos se sentissem à vontade para manifestar seus argumentos.

Outra limitação foi a composição dos grupos em que os estudantes ficaram divididos. Talvez, houvesse no grupo de um sujeito que não manifestou argumentos, algum estudante com o qual ele não se sentisse confortável e que não tivesse uma relação intersubjetiva de comunicação de conhecimentos regular.

Há também de se considerar a relação de poder implícita entre o pesquisador e os licenciandos na pesquisa. Lembrando que o pesquisador foi também professor nos momentos de efetivação das atividades que propôs, podemos afirmar

que se instaurou entre ele e os estudantes uma relação de poder (SILVEIRA, 2010), o que pode ter se configurado como um elemento de introspecção nos indivíduos que não se manifestaram no decorrer das atividades.

Também as gravações de vídeo e áudio, bem como a inexperiência dos sujeitos com a forma das atividades que foram realizadas, podem ser consideradas fatores limitadores da argumentação dos sujeitos durante a pesquisa. Porém, não podem ser avaliadas como limitações próprias da sequência didática em questão.

Tratando esses fatos segundo a teoria histórico-cultural, pode-se afirmar que devido à tênue relação intersubjetiva entre o pesquisador e alguns licenciandos e entre esses últimos e os demais participantes da pesquisa, tais estudantes não detinham as motivações extrínseca e intrínseca necessárias à participação efetiva nas atividades, o que os levou a não se expressarem.

Com isso, é possível afirmar que as muitas variáveis que compõem uma atividade de ensino, como a supracitada, podem, em parte, serem previstas e organizadas nos momentos de idealização das mesmas, através de uma sequência didática.

No entanto, é preciso notar também que nos eventos reais, os indivíduos sempre apresentarão características, comportamentos, hipóteses etc, não esperados pelo professor e que compõem a complexidade permanente da dialética que descreve o processo de ensino-aprendizagem.

6. RESULTADOS

6.1 *O trabalho docente embasado na sequência didática*

6.1.1 *Divisão dos estudantes em grupos;*

Foi proposto aos estudantes, no seio de cada atividade de demonstração experimental desenvolvida, que eles se dividissem em dois grupos (considerando que o número máximo de estudantes que participaram das atividades foi nove).

Os grupos foram compostos de acordo com as escolhas dos próprios licenciandos e o pesquisador não interferiu na decisão dos indivíduos. O contato social que os sujeitos estabeleceram com seus pares evidenciou a forma como cada um percebia os colegas, ou seja, deixou transparecer o julgamento de cada indivíduo sobre seus companheiros de curso.

Esse item da sequência didática fundamenta-se sobre a necessidade da interação social estabelecida por Vigotski (op. cit.) para a internalização de conhecimentos. Para esse autor, o sujeito aprende à medida que interage com seus pares e os imita intersubjetivamente.

A imitação intersubjetiva não é mecânica, pois, se assim fosse, a teoria histórico-cultural estaria em desacordo com o materialismo histórico-dialético que é sua base fundamental e que atua e compreende a formação humana dialeticamente. Portanto, o indivíduo aprende, de acordo com a teoria histórico-cultural, na medida em que reproduz as ações efetivadas por seus semelhantes. Enquanto atua, imprime às suas próprias atividades seus conhecimentos prévios e compreensão da realidade objetiva, dos quais se apropriou durante sua vida nas interações sociais, mediadas pela língua, com outros sujeitos e objetos. Assim, o sujeito é modificado, modifica a si mesmo e aos seus parceiros à medida que interagi com eles e os imita. A partir disso, se apropria do conhecimento intersubjetivamente.

122

Ainda, as atividades em grupo são sustentadas por autores que trabalham com a teoria histórico-cultural, devido ao fato de que:

Trabalhar com várias pessoas permite também a presença conjunta de estratégias diversas com as quais um indivíduo sozinho não se confrontaria e leva o indivíduo a examinar uma proposta de solução em relação a outras (LABORDE, 1996, p. 42).

Nestas situações de interação, em que o indivíduo é confrontado com outros modos de resolução de um problema, as contradições oriundas dos parceiros podem ser mais facilmente percebidas que as encontradas pelo aluno sozinho (BEDNARZ, 1996, p. 49).

As ações desenvolvidas pelos licenciandos nessas atividades conjuntas com parceiros têm efeito sobre o que Vigotski designa “zona de desenvolvimento iminente¹” (PRESTES, op. cit.). E uma boa definição do conceito dessa zona é:

[...] uma zona das potencialidades que a criança atinge quando resolve problemas em colaboração com outro. Vygotsky² pensou sobre tudo na colaboração com o adulto ou com uma criança mais velha, mas podemos estender esta superioridade das *performances* da criança para o caso da colaboração com uma igual (LABORDE, op. cit., p. 41).

As afirmações que Laborde faz apontando as crianças podem ser extrapoladas na direção dos adultos e das interações entre eles. Pois, segundo Rego (2012), Vigotski estudou as crianças devido à constatação de que elas estão, durante a infância, situadas no ápice do desenvolvimento cognitivo e passando por uma série de estágios e fases de desenvolvimento do pensamento pela primeira vez.

6.1.2 Realização da demonstração experimental aberta para os grupos

Após a divisão dos grupos, efetua-se a demonstração experimental aberta, com a participação dos grupos.

Nesse momento, o docente deve atuar de forma a estabelecer a interação intersubjetiva dele próprio com os sujeitos e desses últimos entre eles mesmos, agindo na direção de motivá-los a discutir e levantar hipóteses explicativas a respeito do fenômeno físico estudado a partir da montagem experimental.

Em outras palavras, partindo da demonstração experimental, o professor pode desenvolver, juntamente com os estudantes, a mediação semiótica necessária à estruturação de uma relação de intersubjetividade, que culmina no estabelecimento de uma definição de situação comum entre os indivíduos (URIAS, 2013). Abaixo apresentamos as definições dos conceitos de “definição de situação”, “intersubjetividade” e “mediação semiótica”:

¹ O conceito de “zona de desenvolvimento iminente” provém de uma nova tradução dos textos de Vigotski, realizada pela Profa. Dra. Zoia Prestes. Segundo a autora, essa tradução é mais fidedigna ao termo russo utilizado por Vigotski, do que a tradução antiga do conceito, expresso como “zona de desenvolvimento proximal”.

² Nesse trabalho estamos utilizando a grafia “Vigotski” segundo a língua portuguesa. Salvo nas citações em que os próprios autores se utilizam da grafia “Vygotsky” em língua inglesa.

[...] a *definição de situação* 'é a maneira pela qual o cenário ou contexto é representado por aqueles que estão operando nesse cenário ou contexto' (WERTSCH apud URIAS, op. cit., p. 27).

[...] a *intersubjetividade* existe entre dois interlocutores durante uma tarefa quando eles compartilham a mesma definição de situação e sabem que estão compartilhando dessa mesma definição de situação (URIAS, op. cit., p. 28).

[...] a *mediação semiótica* é o mecanismo concreto que torna possível o compartilhamento de uma definição de situação (URIAS, op. cit.).

6.1.3 *Discussão do professor e dos estudantes sobre a demonstração experimental aberta*

Durante e após a realização da atividade de demonstração experimental o professor pode iniciar uma discussão com os estudantes a respeito dos conceitos evidenciados no fenômeno estudado.

O intuito dessa discussão é levantar hipóteses explicativas para o fenômeno estudado e motivar os estudantes a realizarem um debate aprofundado das proposições apresentadas por cada um.

124

A participação ativa do docente é imprescindível, pois ele é o parceiro mais capaz no processo de interação com estudantes, portanto, responsável pela motivação extrínseca, que poderá acarretar na motivação intrínseca de cada sujeito. Pode-se afirmar, então, que o professor atua como agente motivador.

No momento de levantamento das hipóteses, o professor é o guia dos estudantes. Podemos, de outra forma, dizer que cabe ao docente nortear a argumentação dos estudantes, para que eles não se distanciem demais do objeto de estudo e percam o foco do objetivo a ser alcançado.

6.1.4 *Discussão dos alunos no âmbito de seus grupos*

Nesse momento o professor acompanha as discussões intragrupos, ou seja, atua como agente norteador, permitindo que os estudantes debatam as ideias e hipóteses apontadas pelos membros dos grupos, no sentido de elaborar uma síntese explicativa do grupo para o fenômeno estudado.

O docente pode ainda ficar atento ao comportamento dos grupos para inferir qual dos sujeitos de cada grupo será compreendido pelos demais como fonte confiável de conhecimento. Sujeito esse que é designado na teoria histórico-cultural como “parceiro mais capaz” (VIGOTSKI, op. cit.; GASPAR, 2006).

No entanto, o docente precisa estar atento à forma com que os estudantes se relacionam com o parceiro mais capaz, pois há a possibilidade de que os indivíduos designem esse papel a algum colega que se apropriou equivocadamente, do ponto de vista científico, de algum conhecimento relativo ao fenômeno estudado. E, isso poderá acarretar numa apropriação de conhecimento equivocado pelos demais indivíduos.

Isto porque, o parceiro mais capaz não é necessariamente aquele que se apropriou corretamente, do ponto de vista científico, dos conhecimentos discutidos nas relações sociais, e sim aquele que é eleito e reconhecido socialmente como detentor de conhecimento coerente.

Ainda, é relevante destacar que o parceiro mais capaz não atua como um receptáculo de conhecimento ao qual o sujeito, ao encontrar-se motivado a apreender determinado conhecimento, se dirige. O conhecimento compartilhado na relação intersubjetiva entre um indivíduo e seu parceiro mais capaz emerge nos momentos de interação, devido e segundo as condições arquitetadas pelos sujeitos.

Portanto, cabe ao docente responsável pela atividade interferir quando necessário, tanto para manter a discussão no caminho desejado quanto para sanar possíveis dúvidas e equívocos.

6.1.5 Interação entre o professor e os estudantes no âmbito de cada grupo

Esse momento é caracterizado pela requisição da participação do professor nos grupos pelos indivíduos e só é executado quando houver expressão da necessidade de auxílio pelos estudantes, atuando como agente auxiliar.

Nesse caso, o professor pode auxiliar os estudantes e indicar uma linha de raciocínio que os auxiliará na retomada da criação de hipóteses explicativas para os fenômenos.

A preocupação central do professor não é explanar o assunto abordado para os estudantes, de modo que não haja dúvidas remanescentes, mas é propor uma lógica de raciocínio que os auxilie na discussão com seus colegas.

6.1.6 Tempo para discussão intragrupos e elaboração de hipótese explicativa para o fenômeno estudado

Após as possíveis intervenções do docente na dinâmica de trabalho de cada grupo, os estudantes recebem um tempo adicional para elaborarem uma hipótese síntese para a explicação do fenômeno estudado.

Através da solicitação de elaboração de uma hipótese síntese dos grupos, os estudantes buscam se comunicar uns com os outros, com o intuito de formular a melhor hipótese explicativa possível e, assim, trocam informações entre si.

Essa interação entre os estudantes é tão importante devido ao fato de que, segundo a teoria vigotskiana, a interação social é a base da apropriação de conhecimentos que culmina no desenvolvimento cognitivo.

126

6.1.7 Explicação do professor, ao término das discussões, do fenômeno observado a partir da montagem experimental

Cumprindo o papel de parceiro mais capaz de todos os indivíduos envolvidos nas atividades, atuando como agente esclarecedor, o professor avalia, ao final de cada uma, a pertinência das hipóteses explicativas desenvolvidas por cada grupo juntamente com os estudantes.

Feito isso, ele expõe a explicação física mais aceita para o fenômeno de acordo com a teoria que esteja sendo estudada.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sequência didática analisada nesse trabalho foi idealizada, fundamentada e desenvolvida tendo como fonte basilar a teoria da aprendizagem desenvolvida por Vigotski e seus colaboradores, que posteriormente se tornou conhecida sob a alcunha de teoria histórico-cultural.

Deve-se ressaltar que tal sequência foi estruturada visando a execução de atividades de demonstração experimental aberta e que foi utilizada na pesquisa de Galbiatti (op. cit.), na qual foi possível notar que, juntamente com as montagens experimentais construídas, ela foi fundamental para a promoção da argumentação acerca dos conceitos físicos de calor e temperatura.

Foi possível formular, através da análise da sequência didática, algumas inferências lógicas. Primeiramente, podemos afirmar que tal sequência se constituiu como um instrumento valioso no norteamento das atividades realizadas com estudantes de licenciatura em física. O pesquisador pôde guiar as atividades com acurácia e o movimento de desenvolvimento dos tópicos da sequência ocorreu de forma bastante fluida no seio de cada atividade.

As interações possibilitadas pelo pesquisador, a partir das previsões elaboradas na sequência, foram bem sucedidas e a argumentação de alguns estudantes evoluiu no sentido da compreensão cada vez mais adequada cientificamente dos conceitos de calor e temperatura, de acordo com o que é apresentado pelas teorias físicas, levando em consideração o movimento dialético de transformação do pensamento.

Houve ainda casos em que as atividades não despertaram expressões verbais ou gestuais dos sujeitos e, sendo assim, a análise da evolução do pensamento desses sujeitos ficou comprometida, devido ao fato da impossibilidade de constituição de dados analisáveis.

Também podemos inferir da análise dessa sequência, as funções assumidas pelo professor durante a efetivação das atividades em seus diversos tópicos. Sabendo que, o professor, cumpre o papel de parceiro mais capaz de todos os sujeitos envolvidos nas atividades, esse profissional desempenhou algumas funções fundamentais que mencionamos abaixo.

O professor foi agente motivador, norteador, auxiliar e esclarecedor durante as atividades. Foi agente motivador porque coube a ele despertar motivações extrínsecas e condições para motivações intrínsecas nos sujeitos. Foi agente norteador porque guiou os estudantes no seio das discussões, contribuindo para que os argumentos se mantivessem em linhas de raciocínios paralelas, sem, possivelmente, extrapolar a definição de situação compartilhada pelos sujeitos. Foi agente auxiliar porque colaborou com os sujeitos na compreensão de conceitos utilizados na descrição dos fenômenos observados em cada

montagem experimental e foi agente esclarecedor porque, ao final de cada atividade, discutiu com os estudantes a explicação física mais aceita para cada um dos fenômenos estudados.

Por fim, assumindo-se que os resultados da sequência didática explicitada são frutos da prática de uma pesquisa qualitativa (CHIZZOTTI, 2006), isto é, de uma pesquisa avaliada levando-se em consideração uma realidade singular, onde o pesquisador interage com estudantes, tal sequência pode contribuir com o Ensino de física, na medida em que se apresenta como uma ferramenta, um instrumento de trabalho do qual um docente pode se apropriar e se orientar didaticamente. Assim, cabe àqueles que possam se apropriar de nosso trabalho, avaliar a pertinência da aplicação da mesma em outro contexto.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 25, n. 2, jun. 2003.
- BEDNARZ, NADINE. Interações sociais e construção de um sistema de escrita dos números no ensino fundamental. In: *Após Vygotsky e Piaget: perspectivas social e construtivista – escolas russa e ocidental*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- BERNARDES, M. E. M. O pensamento na atividade prática: implicações no processo pedagógico. *Psicologia em Estudo*, Maringá, v. 16, n. 4, p. 521-530, out/dez. 2011.
- CHIZZOTTI, ANTONIO. *Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2006.
- GALBIATTI, DOUGLAS A. *A interação entre os alunos em atividades de demonstração experimental aberta num curso de licenciatura em Física: um estudo do desenvolvimento conceitual sob a perspectiva histórico-cultural*. 2014. 152 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Campus Bauru, Universidade Estadual “Julio de Mesquita Filho”. 2014.
- GASPAR, A. *A teoria de Vigotski: um novo e fértil referencial para o ensino de ciências*. Tese de Livre-Docência, Faculdade de Engenharia, UNESP – Campus de Guaratinguetá. Guaratinguetá, 2006.
- LABORDE, COLLETE. Duas utilizações complementares da dimensão social nas situações de aprendizado em Matemática. In: *Após Vygotsky e Piaget: perspectivas social e construtivista – escolas russa e ocidental*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- MORAES, R; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciência & Educação*, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

- MORAES, ROQUE; GALIAZZI, MARIA C. *Análise Textual Discursiva*. 2. ed. rev. – Ijuí: Ed. Unijuí, 2011, 224 p.
- PEREIRA, A. P.; JUNIOR, P. L. Implicações da perspectiva de Wertsch para a interpretação da teoria de Vygotsky no ensino de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 31, n. 3, p. 518-535, dez. 2014.
- PRESTES, Z. *Quanto não é quase a mesma coisa*: análise de traduções de Lev Semionovitch Vygotski no Brasil – Repercussões no campo educacional. 2010, 295 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação/Faculdade de Educação – Universidade de Brasília/UnB).
- REGO, TERESA C. *Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação*. 23 ed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2012.
- SILVEIRA, NÁDIA M. *A persuasão no discurso argumentativo de sala de aula*. Maceió: EDUFAL: 2010, 258 p.
- SPOSITO, S. E. *Apontamentos sobre a apropriação da teoria Vigotskiana no Ensino de Ciências: problemas conceituais e metodológicos decorrentes do pluralismo metodológico*. 2007, 97 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2007.
- URIAS, GUILHERME. *O uso do cinto de segurança numa perspectiva do ensino de ciências problematizadora*. 2013, 110 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Bauru, 2013.
- VIGOTSKI, LEV. S. *A construção do pensamento e da linguagem*. Ed. Martins Fontes, 2001.
- ZABALA, ANTONI. *A prática educativa. Como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998. 224 p.

