

O USO DE EXPERIMENTOS DE FÍSICA NO INÍCIO DA EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL: UMA ANÁLISE À LUZ DA PSICOLOGIA SÓCIO-HISTÓRICA.

THE USE OF EXPERIMENTS OF PHYSICS IN THE BEGINNING OF THE FUNDAMENTAL EDUCATION: AN ANALYSIS THE LIGHT OF THE PARTNER-HISTORICAL PSYCHOLOGY.

Sergio Luiz Bragatto Boss¹, João Mianutti², Moacir Pereira de Souza Filho³, João José Caluzi⁴

^{1,2,3} Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências/Pós-Graduação em Ensino de Ciências, serginho@fc.unesp.br; jmianutti@uol.com.br; moacir@fc.unesp.br

⁴ Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências/Pós-Graduação em Ensino de Ciências/Departamento de Física, caluzi@fc.unesp.br

Resumo

O presente estudo analisa a importância educativa de dois experimentos de física, desenvolvidos com uma turma de alunos do 5º ano do ensino fundamental, de uma escola particular localizada no interior do estado de São Paulo. Este trabalho é uma análise preliminar de parte dos dados coletados na pesquisa. Um dos objetivos do trabalho foi contribuir com os professores que atuam nas séries iniciais diante do desafio de ensinar Ciências, demonstrando a importância da teoria no trabalho docente, desde o planejamento da situação didática até a análise da experiência vivida. Para tanto, o referencial utilizado foi a psicologia sócio-histórica, sobretudo os estudos de Vigotski sobre a formação de conceitos. Assim, à luz do referencial teórico utilizado, pode-se afirmar que o ensino de física e o uso de atividades experimentais nas séries iniciais não podem, a rigor, ser associadas simplesmente ao ensino de determinados conceitos científicos, mas exploradas tendo como horizonte o desenvolvimento da criança.

Palavras-chave: Ensino de ciências, experimentos de física, séries iniciais, Vigotski.

Abstract

The present work makes an analysis of the educative importance of two physical experiments, developed with a group of students in the fifth year of basic school, of a private school located at the middle of São Paulo state. This work is a preliminary analysis about part of all collected data on this research. One of the objectives of this works, was to contribute with teachers whom acts with the primary years, in front of the science's teaching challenge, showing the theory importance at the docent work, since the planning of the didactic situation, until the lived experience analysis. Thus, the utilized referential was the socio-historical psychology, including the Vygotsky studies about the concepts formation. With this theoric referential, allow possible to affirm that the physics teaching and the experimental activities of the primary years could not, be strictly related with the teaching of some scientific concepts, but explored, having as focus the children's development.

Keywords: Science teaching, physics experiments, initial series, Vigotski.

Introdução

No âmbito do debate educacional contemporâneo, em decorrência da quantidade crescente de informações, duas questões se colocam como

fundamentais, inclusive no início do processo de escolarização: “*o que ensinar?*” e “*como ensinar?*”. No interior deste embate surgem posições, amplamente difundidas, que minimizam a importância da apropriação do saber objetivo que constitui o patrimônio cultural da humanidade. Isto pode ser evidenciado, por exemplo, na importante obra de Duarte (2000) intitulada “*Vigotski e o aprender a aprender*”. Neste sentido, cabe pontuar que o trabalho docente impõe a necessidade de fazer escolhas, em vários âmbitos, seja de caráter teórico no sentido de definir a orientação da prática docente, ou de definir que conteúdo ensinar, que técnicas ou procedimentos utilizar.

Tendo em vista esta perspectiva é preciso trabalhar os conteúdos de uma forma que seja interessante para os alunos e que propicie o interesse desses alunos pela ciência e consequentemente pelos seus conteúdos e conceitos. Nos últimos anos, algumas pesquisas têm sido realizadas sobre o ensino de Ciências para as séries iniciais e têm mostrado a importância desta prática (CARVALHO et al., 1998; GONÇALVES, 1991; SCHROEDER, 2007). Estas pesquisas têm como ponto em comum a utilização de experimentos e como principal fundamentação uma proposta centrada na interação do aluno com o objeto de ensino, o que justifica a utilização dos aparatos experimentais. Há também estudos que demonstraram a fecundidade do referencial vigotskiano para reflexão sobre a aprendizagem conceitual nas séries iniciais (SFORNI; GALUCH, 2006).

A pesquisa realizada e apresentada neste trabalho utiliza experimentos de Física no ensino fundamental e segue a mesma fundamentação teórica que o trabalho de Sforni e Galuch (2006), ou seja, a psicologia sócio-histórica. Neste trabalho, os experimentos são utilizados como meio de ensinar o conteúdo, uma vez que eles possibilitam a geração de atividades mais interessantes e estimuladoras para as crianças do ensino fundamental. Nesta perspectiva, com base na teoria de Vigotski, foram propostas atividades com experimentos de Física para tratar alguns conteúdos específicos, seguida de uma reflexão sobre esse tipo de estratégia didática no processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos das crianças.

Referencial Teórico

O referencial teórico do presente estudo é a psicologia sócio-histórica, sobretudo os estudos de Vigotski sobre a formação de conceitos. Cabe sublinhar que em função dos limites do presente texto, pontuar-se-á aspectos essenciais da teoria para analisar a situação investigada, o ensino de conceitos físicos, por meio de atividades experimentais, a crianças das séries iniciais do ensino fundamental.

Para perspectiva teórica anunciada, a linguagem e o contexto sociocultural são essenciais para o desenvolvimento da criança. A linguagem representa um dos principais instrumentos inventados pela humanidade, e como todo instrumento, sofre mudanças no curso da história, constituindo com sua malha de conceitos o acervo da cultura humana. Nesse sentido, pode-se dizer que “[...] desde o momento do nascimento, as crianças estão em constante interação com adultos, que ativamente procuram incorporá-las à sua cultura e seu *corpus* de significados e condutas, historicamente acumulados” (LURIA, 1992, p. 49). É por meio da linguagem, da sua função comunicativa, que o homem pode se apropriar das aquisições históricas da humanidade, aquisições que estão no seu mundo e nas grandes obras da cultura humana. Portanto, pode-se afirmar que o tornar-se homem envolve um processo educativo (LEONTIEV, 1978, p. 282-3). Nesta perspectiva, é oportuno destacar a definição de trabalho educativo, formulada por Saviani: “O trabalho educativo é o ato de produzir, direta e intencionalmente, em cada indivíduo singular, a humanidade que é produzida historicamente e coletivamente pelo conjunto dos homens” (1994, p. 17). Para tanto, destaca o autor, a referência para o trabalho educativo deve ser “o saber

objetivo produzido historicamente”. Segundo Duarte, o trabalho educativo cumpre sua finalidade “[...] quando o indivíduo se apropria dos elementos culturais necessários à sua formação como ser humano, necessários a sua humanização” (2003, p. 34).

Se para se apropriar da ciência é preciso se apropriar da sua linguagem, então, é essencial entender como se dá a formação dos conceitos científicos. Sabe-se que todo conceito, expresso numa palavra ou signo, constitui-se numa generalização. Para Vigotski, no processo de formação de conceito, esse signo – a palavra –, “[...] em princípio tem o papel de meio na formação de um conceito e, posteriormente, torna-se seu símbolo” (2000, p. 161), razão pela qual o autor destaca que a “[...] debilidade do conhecimento científico é seu verbalismo”, decorrente da “insuficiente saturação de concretude” (2000, p. 245). A palavra mostra-se de extrema importância no processo de desenvolvimento cognitivo do indivíduo, mas o fato de uma criança saber proferir a palavra não significa que houve a formação do conceito, pois “[...] um conceito é mais do que a soma de certos vínculos associativos formados pela memória”, mas um processo complexo que “[...] só podendo ser realizado quando o próprio desenvolvimento mental da criança já houver atingido o seu nível mais elevado”. (2000, p. 246). Ou seja, para este psicólogo soviético, o conceito na sua forma mais elevada pressupõe “[...] discriminação, a abstração e o isolamento de determinados elementos e, ainda, a habilidade de examinar esses elementos discriminados e abstraídos fora do vínculo concreto e fatural em que são dados na experiência” (2000, p. 220).

Pode-se dizer, de forma sumária, que Vigotski identifica nesse processo, que culmina com o pensamento por conceitos, três estágios: o primeiro estágio é freqüente no comportamento de crianças de tenra idade, sendo marcado pela discriminação unificada de vários objetos, “sem semelhança interna suficiente e sem relação entre as partes que o constituem”, decorrentes do “sincretismo da percepção infantil” (2000, p. 175); o segundo é caracterizado pela formação de complexos, em que as generalizações criadas por este modo de pensamento representam “complexos de objetos particulares concretos, não mais unificados à base de vínculos subjetivos que acabaram de surgir e foram estabelecidos nas impressões da criança, mas de vínculos objetivos que efetivamente existam entre tais objetos”, portanto, o fundamental “[...] para construir um complexo é o fato de ele ter na sua base não um vínculo abstrato e lógico, mas um vínculo concreto e fatural entre elementos particulares que integram sua composição” (2000, p. 178-80); – em decorrência disto, pode-se falar em complexo do tipo associativo, complexos-coleções, complexos em cadeia, complexo difuso e complexo de pseudoconceito (2000, p. 180-1); o terceiro estágio é “[...] desenvolver a decomposição, a análise e a abstração” (2000, p. 220). Cabe frisar que a comunicação entre a criança e o adulto é possível em decorrência da equivalência funcional, seja entre as imagens sincréticas da criança e os conceitos, seja entre os complexos e os conceitos.

Outro aspecto fundamental da teoria de Vigotski diz respeito à relação entre conceito espontâneo e conceito científico. Para este autor, o que distingue os conceitos científicos é que esses “se constituem no processo de aprendizagem escolar por via inteiramente diferente que no processo de experiência pessoal da criança” (2000, p. 263). Quanto à relação entre estes dois tipos de conceitos, Vigotski postula uma relação de interdependência, em que um influencia o desenvolvimento do outro (2000, p. 261). Neste sentido, é essencial uma base de conceitos espontâneos para iniciar a formação de conceitos científicos, pois a assimilação destes depende da estrutura conceitual formada anteriormente. Da mesma forma, os conceitos científicos permitem a re-estruturação cognitiva do indivíduo, inclusive dos conceitos espontâneos. Segundo Vigotski, com a formação de conceitos todo pensamento se renova e se reestrutura, sendo o conhecimento

científico, a arte e outras elaborações da vida cultural, somente assimiladas na sua plenitude por conceitos, ou melhor, por esta forma de pensamento (1996, p. 63-4).

Portanto, diferente do pensamento por complexo, que já é um pensamento “coerente e objetivo”, no pensamento por conceito se estabelecem relações hierárquicas e “só no sistema o conceito pode adquirir as potencialidades de *conscientizáveis* e a *arbitrariedade*”, sendo que a “tomada de consciência dos conceitos se realiza através da formação de um sistema de conceitos, baseados em relações recíprocas de *generalidade*, e que tal tomada de *consciência* dos conceitos os torna *arbitrários*” (VIGOTSKI, 2000, p. 291-5).

Outro componente da teoria vigotskiana, bastante conhecido na área de educação, diz respeito à *zona de desenvolvimento imediato* – ZDI¹. A zona de desenvolvimento imediato representa a distância entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial, sendo o último caracterizado pela possibilidade de solução de problemas quando a criança conta com a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VIGOTSKI, 1991, p. 97). Portanto, do ponto de vista pedagógico é pouco relevante ensinar o que a criança já sabe – o que estaria dentro do seu desenvolvimento real – ou ensinar o que ela é incapaz de resolver sob orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes.

Vigotski ressalta a importância da ZDI na relação existente entre os conceitos espontâneos e conceitos científicos. Conforme já exposto, “[...] o desenvolvimento dos conceitos científicos pressupõe um certo nível de elevação dos espontâneos, no qual a tomada de consciência e a arbitrariedade se manifestam na zona de desenvolvimento imediato” (2000, p. 351).

Para finalizar esta breve exposição, cabe destacar a importância do ambiente no desenvolvimento da criança. O ambiente, segundo Vigotski, é fonte e não cenário para o desenvolvimento da criança. Nesta perspectiva, para que desenvolva a linguagem é necessário que esta forma ideal, presente no ambiente, sobretudo no ambiente escolar, interaja com a forma rudimentar da criança. É oportuno sublinhar que qualquer que seja a situação, sua influência não depende somente da natureza da situação, mas do grau de consciência e compreensão que a criança tenha dela, pois o mesmo acontecimento, que ocorra em diferentes idades, se reflete em sua consciência de modo diferente e tem um significado distinto para criança. A criança não inventa a linguagem, mas encontra palavras feitas, palavras que identificam determinadas coisas, e assimila nossa linguagem e o significado que as palavras têm em nossa linguagem. Assim, apesar das crianças de tenra idade não utilizarem as generalizações superiores, os conceitos, e suas generalizações terem um caráter mais concreto, ao se apropriar, no curso do seu desenvolvimento, da linguagem, adquirem a possibilidade de acessar o patrimônio cultural da humanidade. Pode-se dizer que a linguagem é o instrumento essencial no processo humanização (VIGOTSKI, 1998).

Metodologia

Inicialmente, faz-se necessário explicitar que a motivação que resultou neste trabalho foi um convite feito por uma escola particular de uma cidade do interior do Estado de São Paulo, para que a universidade colaborasse na preparação de uma turma de alunos do 5º ano do Ensino Fundamental² para uma feira de ciências, a qual foi realizada no final do ano letivo de 2007. Após contato com a escola e com a

¹ É comum encontrar este conceito vigotskiano grafado como *zona de desenvolvimento proximal* (ZDP), no entanto, no livro *A Construção do Pensamento e da Linguagem*, publicado pela editora Martins Fontes (2000), o tradutor (Paulo Bezerra) opta por utilizar o adjetivo *imediato* por considerá-lo mais adequado para expressar o pensamento do autor.

²Corresponde à antiga 4ª série do ensino fundamental.

professora da turma, ficou acordado que a colaboração se concretizaria por meio da utilização de alguns experimentos, situação em que seriam trabalhados alguns conceitos físicos sobre *eletricidade*, *magnetismo* e *eletromagnetismo*. Portanto, esta oportunidade nos motivou a levantar estudos realizados sobre o ensino de física nas séries iniciais do ensino fundamental e a buscar fundamentos teóricos para orientar o trabalho e para posterior análise da experiência.

Sendo assim, foram propostos cinco experimentos com base na temática apresentada pelo colégio: *Experimento 1*: Carrinhos com ímãs – *Objetiva*: Identificação da polaridade dos ímãs; *Experimento 2*: Ímãs no Tubinho – *Objetiva*: Diferenciação entre ímãs e materiais ferromagnéticos; *Experimento 3*: Circuito elétrico – *Objetivo*: Diferenciação de materiais condutores e não-condutores de eletricidade; *Experimento 4*: Circuitos Elétricos em Paralelo – *Objetiva*: Acender duas lâmpadas de 1,5V ao mesmo tempo (Conhecer circuito em série e em paralelo); *Experimento 5*: Eletroímã (Solenóide) – *Objetiva*: Características do eletroímã (corrente elétrica gerando campo magnético).

Os temas eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo faziam parte do conteúdo escolar daquele semestre. A docente sugeriu quatro temas para a atividade: i) eletrostática³, ii) ímãs, iii) eletroímã e iv) materiais condutores e isolantes. Com base nisto os pesquisadores selecionaram seis experimentos e alguns conceitos, elaboraram a atividade e montaram um projeto, o qual foi enviado para a docente. Após a avaliação e sugestões da docente, os aparatos experimentais foram montados. Foi elaborado também um folheto sobre normas de segurança, devido à atividade envolver fios e eletricidade.

Os experimentos foram montados com os seguintes materiais: suportes para pilhas e pilhas de 1,5 volt; fios com junções “*boca de jacaré*”; carrinhos de madeira; trilho de metal (para o carrinho); ímãs pequenos (em forma de botão e cilindro); pequenos tubos de ensaio; lâmpadas de 1,5 volt; bobina (fio de cobre esmaltado enrolado em canudinho de refresco); prego (núcleo do solenóide). Os experimentos foram levados desmontados para os alunos, pois fazia parte da atividade proposta os alunos montarem os experimentos e responderem a uma pergunta feita no roteiro entregue a eles. Tendo em vista os limites deste trabalho, a discussão será centrada em dois experimentos, o experimento 03 (diferenciação de materiais condutores e isolantes) e experimento 04 (acender duas lâmpadas ao mesmo tempo). Os experimentos foram aplicados junto aos alunos em uma aula de cinco horas realizada no laboratório da escola. É possível ver os experimentos 03 e 04 na Fig. 1.

Experimento 03:

Materiais condutores e isolantes



Experimento 04

Circuito em paralelo

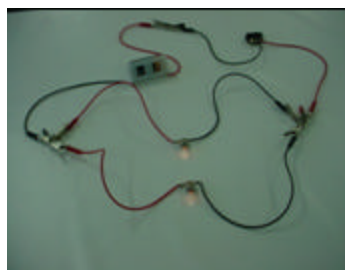


Figura 01: Experimento 03 e Experimento 04.

Breve descrição do trabalho desenvolvido em sala de aula

A turma era composta por 14 alunos, que foram divididos em cinco grupos pela professora da turma, sendo quatro grupos com três integrantes e uma dupla.

³ Este experimento não foi utilizado porque o dia estava chuvoso.

Esse número de grupos se deve ao número de experimentos, que também são em número de cinco. Os experimentos foram dispostos em cinco bancadas. Foi dado em torno de 20 minutos para que os grupos realizassem cada experimento, após o término de cada experimento os grupos faziam rodízio entre as bancadas até que todos os experimentos fossem realizados por todos os grupos.

No início da aula, antes da realização dos experimentos, os pesquisadores promoveram uma *discussão inicial*, com os seguintes objetivos: i) verificar e sistematizar os conhecimentos que os alunos já possuíam sobre os assuntos abordados; ii) fornecer informações que pudessem facilitar e subsidiar o entendimento dos problemas apresentados e a realização dos experimentos; iii) promover um ambiente que contribuísse para participação dos alunos, de forma que ficassem motivados e dispostos a desenvolver as atividades propostas; iv) discutir o folheto “*Normas de Segurança*”. A discussão foi motivada, inicialmente, pelas seguintes questões: *O que é eletricidade?; O que é um circuito?; O que é um ímã?; Quais as características de um ímã?; Que tipo de material é atraído pelos ímãs?; O que é um interruptor?; O que é um condutor?; O que significam os termos série e paralelo?*. Após a discussão inicial os alunos realizaram os experimentos. Cada grupo recebeu um roteiro que continha uma *situação problema* para cada experimento, espaços para registrarem a forma como o problema foi resolvido, as explicações e um desenho do experimento. Durante a atividade, o papel dos pesquisadores e da professora foi o de auxiliar os grupos na solução dos problemas e consequentemente na montagem e explicação dos experimentos, o que foi feito por meio de questionamentos e de sugestões. Esta etapa foi proposta para que houvesse um momento de interação aluno-aluno e principalmente aluno-professor.

Após a realização dos experimentos foi feita uma *discussão final*, em que cada grupo expôs aos demais como resolveu cada um dos problemas propostos. Neste momento os pesquisadores e a docente aproveitaram para sistematizar as explicações e ‘preparar’ os alunos para a apresentação dos experimentos na feira de ciências. Após esta discussão, foi solicitado aos alunos que fizessem, individualmente, uma redação sobre um dos experimentos realizados, as crianças deveriam descrever, explicar e desenhar o experimento. Os alunos apresentaram os experimentos na feira de ciências do colégio uma semana após a realização da atividade. Nesta ocasião os pesquisadores estiveram presentes assistindo duas apresentações de cada experimento. Uma semana após a feira, os pesquisadores solicitaram à professora que pedisse aos alunos uma nova redação sobre um experimento, mas que não fosse o experimento escolhido anteriormente. Portanto, os dados foram constituídos durante a realização das atividades (a partir dos registros dos grupos e das manifestações individuais) e após a feira de ciências (a partir de novas manifestações individuais). Também foram registrados, em um caderno de campo, aspectos relevantes da experiência que não apareceriam nos registros feitos pelos alunos. Isto foi feito durante a aplicação dos experimentos e durante a exposição na feira de ciências.

Resultados

Como já dissemos, neste trabalho discutiremos apenas dois experimentos. Estes experimentos são referentes a circuitos elétricos e foram selecionados para análise porque representam duas situações distintas quanto à dificuldade e à atuação dos alunos. Limitar-nos-emos também a analisar somente as explicações dos alunos, tendo em vista os limites do presente texto.

Como descrito anteriormente, em um primeiro momento os grupos realizaram os experimentos e fizeram anotações, então, temos os dados dos cinco grupos referentes à etapa de realização dos experimentos. Depois, em dois momentos distintos os alunos fizeram, individualmente, uma redação sobre um

experimento de sua escolha, destas etapas, há sete referências ao experimento 04 e três referências ao experimento 03.

Experimento 03 – Diferenciação de materiais condutores e isolantes

O roteiro de atividades dos alunos continha as seguintes instruções: *Experimento 03: Ligue os materiais que estão em cima da carteira para que a lâmpada acenda. Coloque os diversos materiais entre as garras. O que você observou de diferente? Como você explica isso? Faça um desenho do experimento.*

Sempre que os alunos chegavam à bancada para realizar um experimento os componentes estavam soltos, desacoplados, pois um dos objetivos da atividade era exatamente que eles montassem os experimentos. O experimento 03, em geral, não ofereceu dificuldades aos alunos, os cinco grupos montaram sem problemas o circuito e depois colocaram os materiais entre duas “bocas de jacaré”. No entanto, o primeiro grupo, no momento de realizar os testes com os materiais, intercalou os objetos em cada junção do circuito, em vez de testar cada material separadamente utilizando apenas uma junção. Mas isso foi facilmente solucionado instruindo os alunos para forma ‘correta’ de realizar a atividade.

Dos cinco grupos, quatro deles escreveram terem observado que a lâmpada só acende quando determinado tipo de material é colocado no circuito: **G1** – “Que a luz só acende com metal. Com os outros objetos (materiais) não funciona.”; **G2** – “Observamos que a lâmpada só liga quando colocamos nas garras ferro ou metal [...]”; **G4** – “A luz só acende com a moeda o alumínio e o prego [...]”; **G5** – “Só os de ferro ligam a luz [...]”. Um grupo não escreveu a observação, apenas explicou o experimento. Quanto à explicação do fenômeno, obtivemos as seguintes respostas: **G2** – “...a eletricidade só passa por [...]”; **G3** – “...existem coisas que são capacitadas para passar eletricidade [...]”; **G4** – “...por causa que esses objetos são de ferro e alumínio. Então a energia passa por esses objetos e a luz acende.” **G5** – “...pois se tiver um circuito elétrico só ligado por ferro acenderá a luz.”. Um grupo não explicou o fenômeno, apenas escreveu a observação.

A segunda e terceira etapa da coleta de dados os alunos realizaram individualmente, a atividade entregue aos alunos dizia: “Escolha um experimento que você gostou e escreva o que você entendeu sobre ele. Faça um desenho deste experimento.”. Nestas etapas, três alunos optaram por redigir sobre o experimento 03, dando as seguintes explicações: **A4** – “A pilha leva a energia. Se a lâmpada acender quando ligamos o interruptor, quer dizer que é um bom condutor de energia. Se a lâmpada não acender é um mau condutor de energia.”; **A6** – “Para acender a lâmpada precisa-se de uma fonte de energia que é a pilha. Quando você põe bons condutores no lugar de fios, a lâmpada acende porque os bons condutores conseguem transportar energia de um lado ao outro. Com maus condutores de energia ou isolantes, a energia não é transportada, a lâmpada fica com falta de energia e não acende”; **A12** – “Bons condutores são aqueles que passam a energia através deles [...]”.

Experimento 04 – Circuito em Paralelo

O roteiro de atividades dos alunos continha as seguintes instruções: *Experimento 04: Com os materiais que estão em cima da carteira ligue todos para que as duas lâmpadas acendam. Como você explica isso? Faça um desenho do experimento.*

O experimento 04 (acender duas lâmpadas ao mesmo tempo) é um pouco mais sofisticado. Para que as duas lâmpadas acendessem ao mesmo tempo o circuito deveria ser ligado em paralelo. Neste experimento os grupos tiveram certa dificuldade na execução, apenas um dos grupos conseguiu montar o experimento sozinho, os outros necessitaram do auxílio dos instrutores. A idéia inicial dos grupos era de ligar as lâmpadas em série, ao verificarem que as duas lâmpadas não acendiam, eles começavam a trocar os elementos do circuito de lugar, alguns

grupos colocavam fios da mesma cor juntos, dizendo que talvez a cor do fio pudesse auxiliar⁴. Após sucessivas tentativas alguns alunos questionavam se uma das lâmpadas não estaria queimada. Então os instrutores⁵ faziam perguntas que os levassem a testar as lâmpadas e verificar que ambas acendiam separadamente. O teste era feito montando o circuito com uma lâmpada e depois substituindo a lâmpada pela outra. Frente ao insucesso dos alunos, os instrutores começavam a dar dicas, de forma a tentar que eles conseguissem montar o experimento. A dica mais eficiente era: *“Ligue o circuito com só uma lâmpada, depois tente ligar a outra lâmpada sem mexer no circuito inicial”*. Algo curioso é que alguns alunos após obterem êxito diziam: *“Ah, pode ligar três garrinhas de jacaré juntas?!”*.

As explicações dos grupos foram as seguintes: **G1** – *“A energia prefere passar por dois caminhos largos do que um só estreito.”*; **G2** – *“Colocando uma ligação em cima da outra as luzes se encontram e acendem duas luzes.”*; **G3** – *“Que a eletricidade sai da pilha para todos os fios, se unem e voltam para pilha.”*; **G4** – *“Da pilha sai a energia que se divide em dois caminhos. Cada caminho fica com a metade da energia da pilha, que depois se juntam e voltam para a pilha como estava antes.”*; **G5** – *“A energia sai da pilha passa pelo interruptor e ligado leva a energia por dois caminhos, que liga duas lâmpadas, depois se juntando novamente até chegar a pilha.”*.

Na segunda e terceira etapa da coleta de dados sete alunos optaram por redigir sobre este experimento, colocamos abaixo quatro delas: **A01** – *“Em um circuito série a luz não tem força para acender as duas lâmpadas, mas quando você coloca em circuito paralelo ela tem energia para acender as duas lâmpadas.”*; **A3** – *“Eu entendi que não dá para acender as duas lâmpadas ao mesmo tempo, porque a corrente elétrica passa por uma lâmpada e acaba a sua energia. Depois que vai para a segunda lâmpada não tem mais energia suficiente. Mas quando o circuito for paralelo a corrente elétrica se divide e vai a mesma eletricidade para as duas lâmpadas.”*; **A06**⁶ – *“Em um circuito fechado, para acender duas lâmpadas em série, uma vai acender e a outra vai apenas piscar. É porque uma vai pegar toda energia necessária para se auto-acender. E a outra fica com a sobra da energia. Com o circuito paralelo a energia pega dois rumos, porém com a mesma quantidade de energia (é a necessária) para acender as duas.”*; **A14** – *“Você só consegue fazer as duas lâmpadas acenderem se não fazer uma seguida da outra (lâmpada). Se isso acontecer as lâmpadas não vão acender por que a energia da pilha não é suficiente para acender as duas lâmpadas. Para que as lâmpadas acendam precisa que a energia pegue dois caminhos e depois se juntem para completar o circuito.”*.

Discussões

Inicialmente chamamos a atenção para a importante questão da linguagem, a qual é um meio para o homem se apropriar das aquisições históricas da humanidade. Assim, para se apropriar da Ciência é necessário então apropriar-se da sua linguagem e dos seus conceitos. Segundo Vigotski, a palavra, inicialmente, é um meio para formação do conceito. Desta forma, entendemos que é importante para a criança, desde os primeiros anos do Ensino Fundamental, começar a lidar com palavras mais específicas dos conteúdos de ciências.

Pela análise dos dados pode-se inferir que houve aquisição de palavras novas por parte das crianças durante a realização da atividade com os experimentos. É possível fazer esta inferência com base na discussão inicial (i.e., primeiro momento da atividade). Algumas palavras utilizadas pelos alunos para

⁴ Todos os experimentos possuíam fios pretos e vermelhos.

⁵ Docente e pesquisadores.

⁶ O aluno A6 aparece nos dados referentes aos dois experimentos porque apresentamos aqui os dados referentes às duas coletas de dados feitas individualmente.

descreverem e explicarem os experimentos não faziam parte do vocabulário deles inicialmente. Como exemplo é possível citar as seguintes palavras e expressões : i) *bom condutor* e *mau condutor* (A4; A6; A12); ii) *fonte de energia* (A6); iii) *isolantes* (A6); iv) *circuito em paralelo* (A1; A3, A6); v) *circuito fechado* (A6); vi) circuito elétrico (G5); vii) corrente elétrica (A3). Estas expressões e palavras não foram expressas pelos aprendizes durante a discussão inicial, só passaram a ser utilizadas por eles na medida em que os pesquisadores as introduziram. Tais palavras aparecem nas falas dos alunos nos três momentos em que os dados foram coletados, e sempre são utilizadas de forma coerente, ou seja, são utilizadas em contextos apropriados. Entretanto, mesmo que algumas das palavras já fizessem parte do vocabulário das crianças, elas foram re-significadas pela experiência didática.

Na faixa etária dos alunos desta pesquisa, entre 09 e 10 anos, segundo nosso referencial, é bastante provável que a criança pense por complexos, pois estudos “mostram que só depois dos doze anos, ou seja, com o início da puberdade e ao término da primeira idade escolar, começam a desenvolver-se na criança os processos que levam à formação dos conceitos e ao pensamento abstrato” (VIGOTSKI, 2000, p. 155). Conforme já pontuado, a última forma de pensamento por complexos corresponde aos *pseudoconceitos*. Este complexo recebe este nome “porque a generalização formada na mente da criança, embora fenotipicamente semelhante ao conceito empregado pelos adultos [...], é muito diferente do conceito propriamente dito pela essência e pela natureza psicológica” (VIGOTSKI, 2000, p. 155). Em contato com os adultos a criança se apropria das palavras, cujos significados praticamente coincidem com os significados das palavras para os adultos, mas no seu interior difere profundamente delas, pois as crianças obtêm esses significados por intermédio de operações intelectuais inteiramente diversas e elaborado por um modo de pensamento muito diferente. O fato de os complexos infantis coincidirem com os conceitos dos adultos é o que permite a comunicação entre ambos.

O pseudoconceito é bastante importante para o desenvolvimento do pensamento infantil, pois ele serve como elo entre o pensamento por complexos e o pensamento por conceitos, e mesmo sendo um complexo, já contém em si o embrião de um futuro conceito, além disso, a comunicação com os adultos se torna um poderoso móvel, um importante fator de desenvolvimento dos conceitos infantis. (VIGOTSKI, 2000, p. 198).

Sendo assim, entendemos que a criança deve ser estimulada a enriquecer sua estrutura de pseudoconceitos e a exercitar esta forma de pensamento. Neste sentido, procuramos elaborar as atividades de forma a fornecer às crianças diversos elementos de conteúdos de Física que propiciam a aquisição de pseudoconceitos e a possibilidade delas exercitarem o pensamento por complexo, tanto nas explicações escritas quanto durante a feira de ciências. Neste trabalho, a evidência da aquisição do pseudoconceito por parte da criança está na *palavra*, na medida em que o aluno consegue adquirir novas palavras (ou expressões) e as utilizam na comunicação com os adultos, é possível que aí haja um pseudoconceito. Nos dados referentes ao experimento três, nas respostas dadas pelos grupos é evidente que os quatro grupos (G2, G3, G4, G5) que explicaram o experimento têm o entendimento que alguns materiais permitem a passagem da eletricidade e outros materiais não permitem. Nas respostas individuais os três alunos (A4, A6, A12) utilizaram os termos *bom condutor* e/ou *mau condutor*, o aluno (A6) ainda mencionou também o termo *isolante*. Se partirmos do princípio que na idade deles não é possível a existência de conceitos, mas sim de pseudoconceitos, podemos inferir das respostas dos grupos que num primeiro momento os alunos adquiriram um pseudoconceito, *i.e., há materiais que permitem a passagem da eletricidade*. Num segundo momento, após a discussão final com os pesquisadores, os alunos passaram a sintetizar este

pseudoconceito em uma expressão, *i.e.*, *bom condutor*, e isto é mostrado pelos alunos (A6 e A12) que definem o termo *bom condutor* em suas respostas. Chamamos a atenção para o fato de que na discussão inicial os alunos não apresentaram estes termos e estas explicações, por este motivo é que afirmamos a sua aquisição com a atividade proposta.

As crianças adquiriram pseudoconceitos de conteúdos específicos da Física, que não seria comum de se adquirir fora do âmbito escolar, e isto é importante para que em níveis escolares mais avançados, como o Ensino Médio, a criança tenha maiores condições de avançar para o pensamento por conceitos nesta disciplina. “Quando uma palavra nova, ligada a um determinado significado, é aprendida pela criança, o seu desenvolvimento está apenas começando; no início ela é uma generalização do tipo mais elementar que, à medida que a criança se desenvolve, é substituída por generalizações de um tipo cada vez mais elevado, culminando o processo na formação de verdadeiros conceitos.” (VIGOTSKI, 2000, p. 246).

Outro ponto importante a ser destacado é a interação ente os alunos e os instrutores (parceiro mais capaz) e a ZDI. O experimento 03 tinha como principal objetivo que os alunos diferenciasssem, entre os materiais disponíveis na bancada, aqueles que eram condutores e não-condutores (isolantes). A realização do experimento não ofereceu grandes dificuldades aos alunos. A análise dos dados revelou que quatro grupos observaram que a lâmpada só acende quando determinados materiais são utilizados e três grupos explicaram de forma coerente o experimento. Nos dados individuais houve três alunos que optaram por este experimento, sendo que dois deles disseram que bons condutores deixam a “energia” passar, que consideramos uma explicação plausível, tendo em vista a situação.

Com este quadro disposto sobre o experimento 03, é possível dizer que a participação do parceiro mais capaz foi importante: na orientação da montagem, na orientação de separarem os dois tipos de materiais e escreverem uma lista para cada um dos tipos, e também no momento das explicações, pois alguns grupos tinham certa insegurança e solicitavam a presença dos instrutores, que sempre os incentivavam a responderem e faziam algumas perguntas para guiá-los. Estas perguntas eram feitas também porque muitas vezes cada aluno do grupo falava de uma forma diferente a resposta, então eram feitas perguntas que os levavam a uma discussão e um consenso. Apesar de o auxílio dos instrutores ter sido importante, as crianças teriam condições de realizar o experimento e explicá-lo sem este auxílio. Podemos inferir, então, que a execução e a explicação deste experimento estavam dentro da zona de desenvolvimento real daqueles alunos, tanto pela execução sem maiores dificuldades quanto pelas explicações plausíveis dadas pelos alunos. Talvez, o não auxílio dos instrutores acarretaria certa desorganização na montagem e na explicação, mas não impediria os alunos de realizarem a atividade.

Já o experimento 04 impôs aos alunos certa dificuldade. No tocante a realização do experimento, o auxílio do instrutor (parceiro mais capaz) foi fundamental em quatro dos cinco grupos, sem este auxílio não seria possível a realização do experimento. Podemos então inferir que a execução do experimento estava dentro da ZDI dos alunos, pois eles conseguiram realizá-lo, mas exigiu grande colaboração dos instrutores. No que tange a explicação do experimento, os pesquisadores pretendiam com este experimento apenas que os alunos encontrassem um meio de acender as duas lâmpadas e desta forma passassem a ter noção da existência de circuitos em série e em paralelo; a explicação esperada para o experimento seria a de que os circuitos são diferentes e que isso proporciona o acendimento das duas lâmpadas, sendo que já havia certo receio dos pesquisadores quanto à dificuldade da explicação do experimento – tendo em vista a Física envolvida no fenômeno. Para a surpresa dos pesquisadores, na discussão

final, o interesse dos alunos por este experimento foi muito maior do que pelos outros experimentos, o que se confirmou depois com sete alunos em quatorze escolhendo este experimento para dissertar sobre ele. Durante a discussão final, os instrutores perceberam que a explicação apenas com base na diferença entre os circuitos (série e paralelo) não satisfazia os alunos, e eles insistentemente perguntavam e tentavam explicar o fenômeno. Mas a explicação Física deste experimento exige os conceitos de potencial elétrico e resistência elétrica, que não foram trabalhados inicialmente. Tendo em vista a situação estabelecida e o interesse dos alunos, os instrutores explicaram o fenômeno da seguinte forma: no circuito em paralelo a eletricidade que passa pelas duas lâmpadas é a necessária para as lâmpadas acenderem, o que não ocorre no circuito em série, pois por cada lâmpada só passa parte da eletricidade que ela precisa para acender. Foi uma maneira de responder às crianças de uma forma que não estivesse errada do ponto de vista conceitual e que não estivesse além da ZDI dos alunos.

As respostas dos grupos mostram que nenhum deles explicou o experimento apenas com base na diferença entre os circuitos, é importante ressaltar que no início da aula (discussão inicial) foi feita uma discussão sobre o que é e as diferenças dos circuitos em série e em paralelo. Três grupos (G1, G4, G5) fundamentaram suas respostas no fato de haver dois caminhos e a eletricidade se dividir, outro grupo (G3) respondeu algo semelhante, que a eletricidade também se divide. Há certa uniformidade nas respostas, então entendemos que até aquele momento esta era a resposta possível para os alunos. Olhando agora para as respostas individuais, há certa mudança na argumentação de quatro alunos (A1, A3, A6, A14). Além de considerarem o fato de a energia se dividir na junção, fato mencionado na resposta em grupos, os alunos acrescentam um novo argumento, que podemos sintetizar dizendo que *no circuito em série não há energia (ou força) suficiente para acender as duas lâmpadas, mas no circuito em paralelo há*. Estas respostas, de alguma forma, estão relacionadas à explicação dada pelos pesquisadores durante a discussão final, a qual dizia que no circuito em paralelo a eletricidade que passa pelas duas lâmpadas é a necessária para as lâmpadas acenderem. Entendemos que a explicação dada pelos pesquisadores levou alguns alunos a re-elaborarem a sua resposta, escrevendo algo coerente com o que havia sido discutido. Esta é uma evidência de que a intervenção feita pelos pesquisadores estava dentro da ZDI das crianças.

Uma explicação, dos pesquisadores, mais elaborada para este experimento deveria envolver os conceitos de potencial elétrico e resistência, os quais não tinham sido trabalhados anteriormente. Acreditamos então, que uma explicação mais elaborada com estes conceitos estaria fora da ZDI dos alunos naquele momento, tendo em vista os conhecimentos que eles possuíam, e isto não seria profícuo.

Considerações Finais

Apesar do recorte feito e das características peculiares à situação analisada, a teoria vigotskiana nos pareceu fecunda para orientar o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. A experiência revelou, de forma geral, uma elevação dos pseudoconceitos das crianças, o que pode auxiliar o desenvolvimento do pensamento da criança. Novas palavras foram apropriadas e novos significados foram associados a determinadas palavras que, de certa forma, já faziam parte do repertório das crianças, e.g., a palavra *circuito*. Aqui, é oportuno sublinhar que conceitos na forma mais elaborada, o que exige um pensamento por conceitos, ainda não é possível para as crianças. Isto é importante para evitar um ensino que valorize demasiadamente a memorização de palavras, em detrimento de outras situações que poderiam tornar mais rica a experiência vivida pelos alunos.

Ao levantar as concepções prévias dos alunos sobre o assunto abordado, na discussão inicial, criaram-se *pontes comunicativas* para facilitar a compreensão da situação que estava sendo proposta. A discussão inicial, além de mapear as concepções prévias, teve como objetivo fornecer aos alunos conhecimentos importantes para a realização da atividade, isto se mostrou proffícuo na medida em que estes conhecimentos foram utilizados na realização dos experimentos e nas suas explicações, dando origem inclusive a pseudoconceitos.

Neste trabalho os experimentos foram utilizados como meio de ensinar o conteúdo, uma vez que eles possibilitam a geração de atividades mais interessantes e estimuladoras para as crianças do ensino fundamental, bem como propiciam certa concretude às atividades. Ressaltamos que, procurou-se ensinar o conteúdo dentro das possibilidades cognitivas e peculiares àquele faixa etária, tendo em vista toda a discussão já feita neste trabalho. Desta forma, também é importante sublinhar que à luz do referencial teórico utilizado, pode-se afirmar que o ensino de física e o uso de atividades experimentais nas séries iniciais não podem, a rigor, ser associadas simplesmente ao ensino de determinados conceitos científicos, mas exploradas tendo como horizonte o desenvolvimento da criança.

Para concluir, cabe destacar que: se o ambiente, de forma geral, se constitui em fonte para desenvolvimento da criança, quanto mais rica as situações forem em termos didáticos, mais interessante é para o processo de ensino e aprendizagem e, para realizar a mediação é imprescindível que o professor das séries iniciais tenha uma boa formação geral, que tenha conhecimentos básicos de ciências, no âmbito das diferentes disciplinas escolares.

Referências

- CARVALHO, A. M. P. et al. *Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico*. São Paulo: Scipione, 1998.
- DUARTE, N. *Vigotski e o “aprender a aprender” – crítica às apropriações neoliberais e pós-modernas da teoria de vigotskiana*. Campinas: Autores Associados, 2000.
- _____. *Sociedade do Conhecimento ou Sociedade das Ilusões?* Campinas: Autores Associados, 2003. (Coleção polêmicas do nosso tempo).
- GONÇALVES, M. E. R. *O conhecimento físico nas primeiras séries do primeiro grau*. 1991. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Instituto de Física, Departamento de Física Experimental, São Paulo, 1991.
- LEONTIEV, A. *O desenvolvimento do psiquismo*. Lisboa: Horizonte Universitário, 1978.
- LURIA, A. R. *A construção da mente*. Tradução de Marcelo Brandão Cipolla. São Paulo: Ícone, 1992.
- SAVIANI, D. *Pedagogia Histórico-crítica: primeiras aproximações*. 4. ed. Campinas: Autores Associados, 1994. (Coleção educação contemporânea).
- SCHROEDER, C. A importância da física nas quatro primeiras séries do ensino fundamental. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 1, p. 89-94, 2007.
- SFORNI, M. S. F; GALUCH, M. T. B. Aprendizagem conceitual nas séries iniciais do ensino fundamental. *Educar*, Curitiba, n. 28, p. 217-229, 2006.
- VIGOTSKI, L. S. *La genialidad y otros textos ineditos*. Editorial Almagesto, 1998.
- _____. *A construção do pensamento e da linguagem*. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- VIGOTSKY, L. S. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. Tradução de José Cipolla Neto. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.
- _____. *Obras escogidas IV – Psicologia infantil*. Madrid: Visor Dist., 1996.