

INSERÇÃO DE CONCEITOS E EXPERIMENTOS FÍSICOS NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA ANÁLISE À LUZ DA TEORIA DE VIGOTSKI¹

Sergio Luiz Bragatto Boss*
Moacir Pereira de Souza Filho**
João Mianutti***
João José Caluzi****

RESUMO: Neste trabalho, analisa-se a importância educativa do ensino de conteúdos de Física nos anos iniciais do Ensino Fundamental a partir de uma experiência didática com alunos do 5º ano, em que foram utilizados cinco experimentos sobre eletricidade e magnetismo. O referencial teórico utilizado foi a psicologia sócio-histórica, sobretudo os estudos de Vigotski sobre a formação de conceitos. Pode-se afirmar que o ensino de Física e o uso de atividades experimentais nas séries iniciais não podem, a rigor, serem associados simplesmente ao ensino dos conceitos científicos, mas explorados tendo como horizonte o desenvolvimento da criança.

Palavras-chave: Experimentos de Física; Ensino Fundamental; Vigotski.

INSERTION OF PHYSICS CONCEPTS AND EXPERIMENTS IN THE EARLY GRADES OF ELEMENTARY SCHOOL: AN ANALYSIS IN THE LIGHT OF VIGOTSKI'S THEORY

ABSTRACT: In this paper, we analyze the educational importance of teaching Physics in the early grades of elementary school from a teaching experience with students of 5th grade, using five experiments on electricity and magnetism. The theoretical framework used was the socio-historical psychology, especially Vigotski's studies on concept formation. It can be stated that the teaching of Physics and the use of experimental activities in the early grades can not be simply associated to the teaching of certain scientific concepts, but should be explored bearing in mind the child's development.

Keywords: Experiments of Physics. Elementary School. Vigotski.

*Doutorando em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP/Bauru). Atualmente é Professor Adjunto do Centro de Formação de Professores da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (CFP/UFRB).
Email: serginhoboss@gmail.com

** Atualmente é Professor Assistente Doutor do Departamento de Química, Física e Biologia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp/Presidente Prudente). Docente credenciado junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp/Bauru).
Email: moacir@fct.unesp.br

***Doutor em Educação para a ciência, pelo Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência da Faculdade de Educação da Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, Bauru (FC/UNESP). Professor da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente exerce a docência nos cursos de Ciências Biológicas (UEMS) Dourados e Pedagogia Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) Maracaju.
Email: jmianutti@uol.com.br

****Doutor em física pelo Instituto de Física da Universidade Estadual de Campinas (IFUNICAMP). Professor Assistente Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho (FCUNESP- Bauru) Ciências. Coordena o curso de Física da Faculdade de Ciências e o Centro de Divulgação e Memória da Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho (CDMCT/UNESP).
Email: caluzi@fc.unesp.br

INTRODUÇÃO

O referencial vigotskiano sugere que a criança que cursa os primeiros anos do Ensino Fundamental pensa por complexos, um modo de pensar que tem como base vínculos concretos e fatuais, pois estudos “mostram que só depois dos doze anos, [...] começam a desenvolver-se na criança os processos que levam à formação dos conceitos e ao pensamento abstrato” (VIGOTSKI, 2001, p. 155).

Apesar disso, é possível trabalhar conteúdos específicos das Ciências Naturais nas séries iniciais, de forma que propicie ao aluno apreender novos conhecimentos que auxiliarão na aprendizagem dos conceitos científicos futuramente. A construção desses conceitos pelos alunos é um processo paulatino, que se dá ao longo do tempo e de forma processual (CARVALHO et al., 1998, p. 12-3). O desenvolvimento de um conceito científico não termina no momento em que o aprendiz entra em contato com ele pela primeira vez, ele apenas se inicia. Do ponto de vista da teoria vigotskiana, o desenvolvimento da criança não coincide com o aprendizado do programa escolar, a aprendizagem está à frente do desenvolvimento. (VIGOTSKI, 2001, p. 324). Considerando a relação entre aprendizagem e desenvolvimento, com base na teoria em questão, é importante proporcionar oportunidades para que as crianças discutam, desde os primeiros anos do Ensino Fundamental, fenômenos físicos, por meio de problemas que sejam possíveis de serem resolvidos e discutidos dentro do nível de desenvolvimento da criança (CARVALHO et al., 1998, p. 13). Isso permitirá que os alunos construam os conceitos científicos ao longo do processo educacional, contribuindo para o adensamento da educação científica.

É preciso trabalhar os conteúdos científicos de forma que sejam interessantes para os alunos, estimulando o interesse deles pela ciência e, conseqüentemente, pelos seus conteúdos. Algumas pesquisas têm sido realizadas sobre o ensino de Ciências para as séries iniciais e têm mostrado a importância dessa prática (CARVALHO et al., 1998; GONÇALVES, 1991; SCHROEDER, 2007). Tais 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. Há, também, estudos que mostram a fecundidade do referencial vigotskiano para a reflexão sobre a aprendizagem conceitual nos anos iniciais do Ensino Fundamental (SFORNI; GALUCH, 2006).

A pesquisa relatada neste trabalho propõe a utilização de experimentos de Física no Ensino Fundamental, com base na perspectiva teórica da psicologia sócio-histórica de Vigotski. Utilizamos as atividades experimentais não só como meio de ensinar o conteúdo conceitual, mas buscando explorá-las, tendo como horizonte o desenvolvimento da criança. Os experimentos possibilitam a proposição de atividades interessantes e estimuladoras para os alunos do Ensino Fundamental, além disso, permitem a elaboração de práticas metodológicas que têm como aspecto fundamental a mediação docente. Nessa perspectiva, foram propostas atividades com experimentos de Física, abordando fenômenos e conteúdos

específicos de eletricidade e magnetismo, sendo feita uma reflexão sobre esse tipo de estratégia didática no processo de ensino-aprendizagem de conceitos científicos.

REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico do presente estudo é a psicologia sócio-histórica, sobretudo os estudos de Vigotski sobre a formação de conceitos. Portanto, serão destacados apenas os aspectos essenciais da teoria para a análise da situação investigada, isto é, o ensino de conceitos físicos por meio de atividades experimentais no Ensino Fundamental.

Para a 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 afirmar 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 apropriar-se das aquisições históricas da humanidade, 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). Nessa 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 histórica e coletivamente pelo conjunto dos homens” (SAVIANI, 1994, p. 17). Para tanto, destaca o autor, a referência para o trabalho educativo deve ser “o saber objetivo produzido historicamente”. Logo, 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” (DUARTE, 2003, p. 34).

Se para apropriar-se da ciência é preciso apropriar-se 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 uma 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” (VIGOTSKI, 2001, p.161), razão pela qual o autor destaca que a “[...] debilidade do conhecimento científico é seu verbalismo”, decorrente da “insuficiente saturação de concretude” (VIGOTSKI, 2001, 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”. É um processo

complexo que 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”. (VIGOTSKI, 2001, p. 220).

Vigotski identifica nesse processo que culmina com o pensamento por conceitos, *três* estágios: o *primeiro* estágio é frequente 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” (2001, p. 175); o *segundo* é caracterizado pela formação de complexos, em que as generalizações criadas por esse 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” (2001, p. 178-80); – em decorrência disso, pode-se falar em complexo do tipo associativo, complexos-coleções, complexos em cadeia, complexo difuso e complexo do tipo pseudoconceito (2001, p. 180-1); o *terceiro* estágio é “desenvolver a decomposição, a análise e a abstração” (2001, p. 220). Cabe frisar que a comunicação entre a criança e o adulto é possível em decorrência da equivalência funcional, entre as imagens sincréticas da criança e os conceitos, ou entre os complexos e os conceitos.

Outro aspecto fundamental da teoria de Vigotski diz respeito à relação entre conceito espontâneo e conceito científico. Para esse autor, os conceitos espontâneos são aqueles que se originam na experiência vital direta da criança (2001, p. 251); o que os distingue dos conceitos científicos é que estes “se constituem no processo de aprendizagem escolar por via inteiramente diferente que no processo de experiência pessoal da criança” (2001, p. 263). Quanto à relação entre esses dois tipos de conceitos, Vigotski postula uma relação de interdependência, em que um influencia o desenvolvimento do outro (2001, p. 261). No desenvolvimento do conceito científico, caminha-se do conceito para o objeto, enquanto no conceito espontâneo, caminha-se do objeto para o conceito. Por isso, a força de um conceito é justamente o ponto fraco do outro (VIGOTSKI, 2001, p. 348). Nesse 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. A aprendizagem dos conceitos científicos permite a reestruturação cognitiva do indivíduo, inclusive dos conceitos espontâneos. Nessa perspectiva, o conhecimento científico, a arte e outras elaborações da vida cultural somente são assimilados na sua plenitude por conceitos, ou melhor, por essa forma de pensamento (VIGOTSKI, 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, 2001, p. 291-5, grifos do autor).

Outro componente da teoria vigotskiana, bastante conhecido na área de educação, diz respeito à *zona de desenvolvimento imediato* – ZDI². 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). Em decorrência disso, 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, mesmo sob a 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” (2001, p. 351).

Para finalizar esta seção, cabe destacar a importância do ambiente no desenvolvimento da criança. O ambiente, segundo Vigotski, é fonte e não cenário para o desenvolvimento. Nessa perspectiva, para que desenvolva a linguagem é necessário que a 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, a influência não depende somente de sua natureza, mas do grau de compreensão que a criança tenha dela. O mesmo acontecimento, ocorrido em diferentes idades, é refletido em sua consciência de modo diferente e tem um significado distinto para ela. 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. Assim, apesar de as crianças de tenra idade não utilizarem as generalizações superiores, isto é, os conceitos, e de suas generalizações terem um caráter mais concreto, à medida que se apropriam da linguagem, no curso do seu desenvolvimento, adquirem a possibilidade de acessar o patrimônio cultural da humanidade, pois a linguagem é o instrumento essencial no processo de humanização. (VIGOTSKI, 1998).

METODOLOGIA

Este trabalho é fruto de um convite feito por uma escola particular do interior do Estado de São Paulo, para que a Pós-Graduação em Educação para a Ciência da UNESP/Bauru colaborasse com a preparação de uma turma de alunos do 5º ano do Ensino Fundamental³ para uma feira de ciências que seria realizada na

escola. A temática pré-definida para aquele grupo de alunos era *eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo*. Em conjunto com a professora da turma e com a coordenadora pedagógica, optamos por trabalhar com alguns experimentos em sala de aula, momento em que seriam discutidos alguns conceitos físicos. Essa 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.

A temática eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo era parte do conteúdo de Ciências daquele semestre para o 5º ano. Inicialmente, a professora sugeriu quatro temas específicos: i) eletrostática⁴; ii) materiais condutores e isolantes; iii) ímãs; e iv) eletroímã. Então, selecionamos seis experimentos, alguns conceitos e elaboramos a atividade na forma de um projeto que foi enviado para a escola. 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. É importante ressaltar que todo o planejamento e a execução da proposta foram feitos em conjunto e com a plena participação da docente responsável pela turma.

Foram utilizados cinco experimentos: *Experimento 1: Carrinhos com ímãs* – Objetivo: Identificação da polaridade dos ímãs; *Experimento 2: Ímãs no tubinho* – Objetivo: Diferenciação entre ímãs e materiais ferromagnéticos; *Experimento 3: Circuito elétrico* – Objetivo: Diferenciação de materiais condutores e não condutores de eletricidade; *Experimento 4: Circuito elétrico em paralelo* – Objetivo: Acender duas lâmpadas de 1,5 volts ao mesmo tempo (conhecer circuito em série e em paralelo); *Experimento 5: Eletroímã (solenóide)* – *Objetivo: Características do eletroímã (corrente elétrica gerando campo magnético)* (SOUZA FILHO et al., 2011).

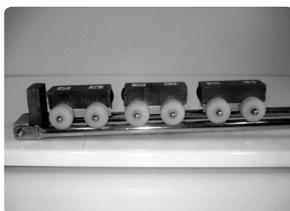
Os experimentos foram montados com os seguintes materiais: suportes para pilha e pilhas de 1,5 volts; fios com junções “*boca de jacaré*” (ou “*garra de jacaré*”); interruptores; carrinhos de madeira; trilho de metal (para o carrinho); ímãs pequenos (em forma de botão e cilindro); pequenos tubos de ensaio; lâmpadas de 1,5 volts; 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 que eles montassem os experimentos e respondessem a uma pergunta feita no roteiro entregue a eles.

Os experimentos foram aplicados em uma aula de cinco horas, realizada no laboratório didático da escola. Os experimentos são apresentados na Figura 1. A turma era composta por 14 alunos, divididos em cinco grupos pela professora, sendo quatro grupos com três integrantes e uma dupla. O número de grupos se deve à quantidade de experimentos, que foram cinco. Os experimentos foram dispostos em cinco bancadas. Cada grupo teve cerca de 20 minutos para realizar cada experimento, sendo que eles fizeram rodízio entre as bancadas. Sempre que os alunos chegavam às bancadas os experimentos estavam desmontados, seus componentes estavam soltos/desacoplados, pois uma das tarefas da atividade era a montagem deles.

A atividade proposta caracteriza-se como *experimental investigativa*, com abordagem *qualitativa* e de *laboratório* não estruturado (LNE). Nessa abordagem, “os aspectos qualitativos relacionados com os fenômenos e conceitos abordados nas atividades sobressaem-se sobre os aspectos quantitativos”, sendo realizada com o emprego de metodologias que permitam ao aluno buscar respostas e soluções para os problemas apresentados (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 179). Tal abordagem pode proporcionar aos alunos um momento rico para o teste de hipóteses, propicia “o desenvolvimento da capacidade de observação, de descrição de fenômenos e até mesmo de reelaboração de explicações causais, aspectos que contribuiriam para facilitar a reflexão e, conseqüentemente, o progresso intelectual dos estudantes” (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 184). Nesse sentido, o roteiro entregue aos alunos tinha duas funções: i) propor uma questão problema para eles resolverem, a partir da montagem dos experimentos e da observação dos fenômenos; e ii) ser um instrumento que permitisse aos alunos anotar os procedimentos, como os problemas foram resolvidos, descrever os fenômenos observados, propor explicações para eles, fazer um desenho do experimento e responder às questões problema. Dessa forma, esse roteiro consiste, também, em um instrumento de coleta de dados.

Este é um estudo de caráter qualitativo, em que a produção de conhecimentos sobre fenômenos humanos e sociais preza pela compreensão e interpretação de seus conteúdos e não apenas pela sua descrição (TOZONI-REIS, 2007, p. 10). É um trabalho de campo cuja técnica de pesquisa utilizada foi a da observação participante, na qual o pesquisador tem contato direto e uma participação real junto ao grupo estudado (MARCONI; LAKATOS, 2009, p. 196; TOZONI-REIS, 2007, p. 29). Como instrumentos de coleta de dados, foram utilizados um *caderno de notas* e o material produzido pelos alunos: *roteiro aberto* (preenchido pelos alunos durante a atividade no laboratório) e *redações* (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Foram feitas *notas de campo* em dois momentos distintos: i) em campo, junto às atividades, tanto no laboratório quanto na feira de ciências; e ii) após a realização das atividades. As anotações e o material escrito pelos alunos foram digitados, analisados e discutidos à luz do referencial teórico. Para este artigo, selecionamos algumas falas dos alunos e transcrevemos na seção *Resultados*.

Figura 01: Experimento 01, 02, 03, 04 e 05, respectivamente.



Exp. 1: Carrinhos com ímãs



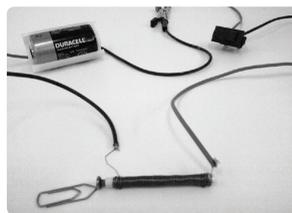
Exp. 2: Tubinho com ímãs



Exp. 3: Condutores e Isolantes



Exp. 4: Circuito em paralelo



Exp. 5: Eletroímã

O TRABALHO EM SALA DE AULA E A COLETA DE DADOS

A aula começou com uma discussão inicial promovida pelos pesquisadores, com os seguintes objetivos: **i)** verificar e sistematizar os conhecimentos que os alunos já possuíam sobre os assuntos abordados; **ii)** fornecer informações que pudessem auxiliar e subsidiar o entendimento dos problemas propostos e a realização dos experimentos; **iii)** discutir o folheto “*Normas de Segurança*”; **iv)** promover um ambiente que contribuísse para a participação dos alunos, de forma que estes ficassem motivados e dispostos a desenvolver as atividades propostas.

A discussão inicial com os alunos foi dividida em três momentos distintos e organizada a partir das seguintes questões: *O que é eletricidade?; O que é um circuito?; O que é um circuito elétrico?; 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 é um condutor elétrico?; O que significam os termos série e paralelo?*. No primeiro momento, o objetivo foi avaliar e mapear os conhecimentos prévios dos alunos. Em um segundo momento, foi fornecer informações que pudessem auxiliar e subsidiar o entendimento dos problemas propostos e, conseqüentemente, a realização e explicação dos experimentos. Para isso, foi estabelecida uma discussão em torno das questões, de forma que fosse possível sistematizar algumas ideias que uma ou outra criança já trazia e, sobretudo, inserir novas palavras e concepções. É importante frisar que o objetivo não era discutir os experimentos e suas explicações, mas ideias que pudessem ser utilizadas pelos alunos durante as atividades. Para efeito de ilustração, recupera-se aqui como foi introduzida a palavra circuito. Partimos da noção de circuito de Fórmula 1 para discutir o que é um circuito. Em seguida, inserimos a ideia de circuito elétrico e eletricidade (corrente elétrica) em um circuito. Isso foi feito com outras palavras e expressões, de tal forma que no momento em que os alunos estivessem realizando as atividades, eles teriam elementos para associar àquela situação, tanto para resolver o problema quanto para explicá-lo. No terceiro momento, discutimos sobre “*Normas de Segurança*”.

Após a discussão inicial, os alunos realizaram os experimentos. Para tanto, cada grupo recebeu um *roteiro aberto* que continha uma *situação problema* para cada experimento, e espaços para os seguintes registros: a forma como o problema foi resolvido; descrever os fenômenos observados; as explicações para o fenômeno; 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 propostos e na montagem e explicação dos experimentos e fenômenos. Esse auxílio foi feito por meio de questionamentos e de sugestões aos alunos. Essa etapa foi importante por proporcionar a interação aluno-aluno e aluno-professor. Dois dos quatro autores deste trabalho estiveram na escola para fazer a atividade junto com a professora.

Ao término da realização dos experimentos foi feita uma discussão final em que cada grupo pôde expor aos demais como resolveu cada um dos problemas propostos e, também, as suas explicações e observações sobre os fenômenos. Esse foi um momento muito rico de interação entre os alunos e os professores⁵, sendo importante para a sistematização das ideias e argumentos apresentados pelos estudantes. Aproveitamos a discussão final para organizar a apresentação dos experimentos que seria feita na feira de ciências. Em seguida, cada aluno fez uma redação, na qual deveria escolher um dos experimentos e descrevê-lo, explicá-lo e desenhá-lo. Os alunos apresentaram os experimentos na feira de ciências do colégio uma semana após a realização da atividade. Na ocasião, os pesquisadores estiveram presentes assistindo a duas apresentações de cada experimento, durante o período da manhã. 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, das manifestações individuais e do caderno de campo) e após a feira de ciências (a partir de novas manifestações individuais).

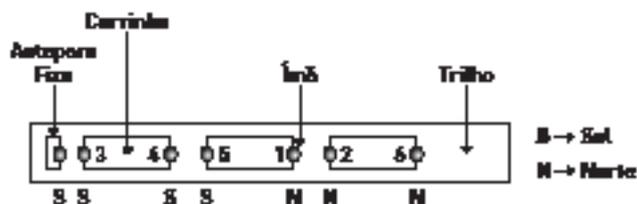
RESULTADOS

Como já comentamos, os dados foram retirados dos registros feitos nos roteiros pelos grupos e das redações individuais, além das notas dos pesquisadores. No que tange às redações, há quatro referências ao *Experimento 1*; seis referências ao *Experimento 2*; três referências ao *Experimento 3*; sete referências ao *Experimento 4*; e sete referências ao *Experimento 05*.⁶

Experimento 01 – Carrinhos com Ímãs (polaridade dos ímãs)

O roteiro de atividades dos alunos continha as seguintes instruções: *Experimento 01: Coloque os carrinhos sobre o trilho de forma que eles não encostem um no outro. Anote a sequência dos números dos carrinhos. Explique porque eles não encostam um no outro. Faça um desenho do experimento.*

Figura 02: Esquema do Experimento 1 – visto de cima.



A Figura 2 apresenta um esquema do Experimento 1, já montado. O aparato é composto por três carrinhos, sendo que cada um deles tem um ímã em forma de botão acoplado de cada lado, e um trilho. Esse experimento não ofereceu dificuldades aos alunos. Os cinco grupos chegaram, sem dificuldades, a uma configuração em que os carrinhos não se encostavam.

O objetivo dessa atividade é que os alunos percebam o fato de que ímãs possuem polaridade e consigam relacioná-la à atração e à repulsão. Dos cinco grupos, três deles explicaram que os carrinhos não se encostam devido à polaridade dos ímãs: **G1** – “O polo norte e norte ou sul e sul se repelem, mas o norte e sul se atraem.”; **G2** – “Não encostam, porque os lados são norte, norte, norte ou todos sul, sul, sul.”; **G4** – “Isto acontece porque o polo sul e o polo norte se atraem, mas norte com norte ou sul com sul não se atraem que é o caso nesta experiência.”.

Ao término da atividade, os pesquisadores questionaram os grupos sobre a polaridade dos lados dos carrinhos. As respostas foram semelhantes às do Grupo 2: que todos os carrinhos teriam a mesma polaridade em ambos os lados e, por isso, se repeliam. Então, os alunos foram questionados sobre a possibilidade de as polaridades de um mesmo carrinho serem diferentes, mas para os grupos isso não era possível. No entanto, é interessante notar que as polaridades dos carrinhos não eram todas iguais, como mostra a Figura 2. Essa questão foi retomada na discussão final, para que os alunos pudessem entender como seria possível que as polaridades fossem diferentes. Isso foi feito apresentando para os alunos os ímãs utilizados nos carrinhos e discutindo sobre a polaridade deles. Foi explicado que no momento de colar o ímã no carrinho escolhia-se o polo que iria ficar escondido.

A segunda e terceira etapas 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 desse experimento.”. Nessas etapas, 4 alunos optaram por redigir sobre o Experimento 1; apresentamos dois relatos: **A05** – “Entendi nesse experimento que o ímã tem dois polos: polo norte e polo sul. Se colocar polo norte com polo norte ou polo sul com polo sul eles se repelem e se colocar polo norte e sul ou polo sul e polo norte se atraem.”; **A09** – “O ímã tem dois polos norte e sul. Quando você coloca os carrinhos com o mesmo polo eles se repelem, e quando você coloca os carrinhos em polos diferentes eles se atraem.”. As outras duas explicações foram semelhantes.

Experimento 02 – Ímãs no Tubinho (ímãs e materiais ferromagnéticos)

O roteiro de atividades dos alunos continha as seguintes instruções: *Experimento 02: Coloque 3 cilindros dentro do tubinho de vidro para que eles flutuem. Você observou algo de diferente entre os cilindros? O quê? Como você explica isso? Anote a sequência dos números dos cilindros. Faça um desenho do experimento.*

Figura 03: Esquema do *Experimento 2*.



O experimento é composto por três ímãs cilíndricos e dois cilindros de ferro, idênticos aos ímãs, e um tubo de vidro. O objetivo do experimento é a diferenciação entre ímãs e materiais ferromagnéticos. O desafio para os alunos era fazer com que três dos cinco cilindros ficassem dentro de um tubinho de vidro sem se tocarem (ver Figuras 1 e 3). Nesse experimento, os grupos tiveram certa dificuldade na execução. A primeira dificuldade era fazer com que os três cilindros não se tocassem dentro do tubo. Inicialmente, os alunos faziam os testes de forma desordenada, e com isso repetiam seguidamente a inserção das peças de ferro no tubo. Então, os professores sugeriam que os grupos sistematizassem os testes, ou seja, que separassem os cilindros e anotassem aqueles que estavam sendo inseridos no tubo. Essa tarefa era facilitada pelo fato de os cilindros estarem numerados. Com essa intervenção e mais algumas tentativas, os grupos chegavam ao objetivo de fazer os cilindros flutuarem.

A segunda dificuldade era responder a pergunta do roteiro: *Você observou algo de diferente entre os cilindros?* A partir dos testes iniciais, os grupos não perceberam que havia dois cilindros que não eram ímãs. Isso pode ter sido dificultado pelo fato de o tubo de vidro exigir que os cilindros ficassem na vertical. Com isso, quando se colocava um dos cilindros de ferro, junto a um ímã no tubo, havia atração, e a impressão que se poderia ter é que a interação era entre um polo norte e um sul. Mesmo que os dois cilindros de ferro fossem colocados juntos, a impressão poderia ser a mesma, devido à ação da gravidade. A interação entre um ímã e um cilindro de ferro poderia ser resolvida se um ímã permanecesse inalterado no tubo e o ferro fosse invertido. Ou seja, ao inverter o ferro (que era um suposto ímã), deveria passar a haver repulsão, o que não ocorreria e geraria uma nova situação e um subsídio para que as crianças apresentassem a explicação. Mas, em geral, os alunos retiravam todos os cilindros do tubinho e começavam o teste novamente. A organização sugerida pelos professores no momento de inserirem os cilindros os auxiliou a atingir o objetivo de fazer os cilindros flutuarem. Contudo, ainda não havia elementos suficientes para subsidiar a explicação.

Diante dessa situação, no momento em que o grupo atingia o objetivo inicial, os professores solicitavam aos integrantes que manuseassem os cilindros sobre a bancada, observando a atração e a repulsão, prestando bastante atenção nas polaridades dos ímãs (lembrando que, naquele momento, os alunos ainda

consideravam os cinco cilindros como ímãs). Com essa atividade, os alunos percebiam que havia dois cilindros que não se atraíam e nem se repeliam, mas eram atraídos pelos dois lados dos outros três cilindros. De imediato, dois grupos disseram que ambos não eram ímãs, eram de ferro. Um dos grupos questionou se não seriam ímãs com apenas um polo. Os outros dois grupos não propuseram qualquer explicação. Diante dessa dificuldade, os professores questionaram os três grupos, individualmente e após o término da atividade, se um ímã atrai apenas outro ímã. A partir dessa questão, os alunos de cada grupo discutiram entre eles e concluíram que dois cilindros eram de ferro. Assim que o grupo concluía que dois cilindros eram de ferro, um dos professores questionava como que era possível saber isso. A argumentação dos cinco grupos foi padrão: entre eles não há atração e nem repulsão. Todas essas informações mencionadas aqui constam no *caderno de notas* feito em campo.

As explicações dos grupos foram as seguintes: **G1** – “Três flutuam e dois não flutuam. Três são ímãs e dois são ferros.”; **G2** – “O ferro não tem o lado norte e lado sul.”; **G3** – “Os polos quando iguais, não se tocam por causa do campo magnético⁷, e assim eles flutuam.”; **G4** – “Dentro do tubo só os ímãs com polos iguais [...]”; **G5** – “[...] eles não se atraem, pois os polos são iguais.”.

Na segunda e terceira etapas da coleta de dados, seis alunos optaram por redigir sobre esse experimento. Destacamos cinco relatos: **A05** – “Entendi que nesse experimento o polo norte-norte ou sul e sul os ímãs continuam separados uns dos outros.”; **A07** – “[...] dependendo do polo os ímãs se separam. Quando você coloca alguns ímãs em um tubo com os polos iguais eles vão flutuar.”; **A08** – “Os ímãs têm dois polos: norte e sul. Os polos norte e norte se repelem e sul e sul se repelem, norte e sul se atraem por isso que os ímãs flutuam.”; **A11** – “O tubinho tem três ímãs iguais, e os ímãs tem os polos sul e norte. Quando são iguais os polos se repelem e quando são diferentes eles se atraem.”; **A13** – “[...] você tem que experimentar todos os ímãs, mas também tem dois ferros que não se atraem nem se repelem. E o mais legal é que os ímãs flutuam dentro do tubo.”.

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.*

Esse experimento é composto por um suporte para pilha, uma pilha de 1,5 volts, fios com “garras de jacaré”, um interruptor, uma lâmpada de 1,5 volts e materiais para teste (metálicos e não metálicos). 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 os montassem. O Experimento 3, 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. Contudo, a situação foi facilmente solucionada instruindo os alunos para a forma “*correta*” de realizar a atividade.

Dos cinco grupos, quatro deles relataram 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.

Na segunda e terceira etapas da coleta de dados, três alunos optaram por redigir sobre o Experimento 3, dando as seguintes explicações: **A04** – “*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.*”; **A06** – “*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 [...].*”. Essas explicações constam nas redações dos alunos, as quais foram feitas após a discussão final em sala de aula, ao término da atividade com os experimentos. Se observarmos os relatos dos grupos e os relatos individuais dos alunos, perceberemos que as expressões “*bom condutor*” e “*mau condutor*” de eletricidade só aparecem nas redações. Os registros feitos no caderno de campo evidenciaram que no momento de discussão desse experimento com as crianças, elas apresentaram explicações muito coerentes sobre o fenômeno, utilizando-se, inclusive, do termo “*condutor*”. A partir disso, discutimos a questão e procuramos sintetizar, em duas expressões, aquilo que eles estavam dizendo por meio de frases. Dessa forma, os alunos passaram a dispor das expressões “*bom condutor*” e “*mau condutor*” de eletricidade para serem utilizadas nas redações.

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.*

Esse experimento é composto por um suporte para pilha, uma pilha de 1,5 volts, fios com “garras de jacaré”, um interruptor e duas lâmpadas de 1,5 volts. O Experimento 4 (acender duas lâmpadas ao mesmo tempo) é um pouco mais sofisticado. Para que as duas lâmpadas acendam ao mesmo tempo, o circuito deve ser ligado em paralelo. Nesse experimento, os grupos tiveram certa dificuldade na

execução. Apenas um deles conseguiu montar o experimento sozinho, os outros necessitaram do auxílio dos professores. A ideia inicial dos grupos era ligar as lâmpadas em série. Quando verificavam que as duas lâmpadas não acendiam, eles começavam a trocar os elementos do circuito de lugar. Alguns grupos colocaram fios da mesma cor juntos, dizendo que talvez a cor do fio pudesse auxiliar⁸. Após sucessivas tentativas, questionaram se uma das lâmpadas não estaria queimada. Diante desse questionamento, os professores fizeram perguntas que os levaram a testar as lâmpadas e verificar que ambas acendiam separadamente. O teste era feito montando o circuito com uma das lâmpadas e, em seguida, substituindo-a pela outra, o que evidenciava o bom funcionamento de ambas. Frente ao insucesso dos alunos, os professores deram dicas para eles conseguirem montar o experimento. A dica mais eficiente foi: “*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: “*Ab, pode ligar três garrinhas de jacaré juntas?!*”.

Destacamos alguns relatos dos grupos: **G1** – “*A energia prefere passar por dois caminhos largos, do que um só [caminho] 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 etapas da coleta de dados, sete alunos optaram por redigir sobre esse experimento. Destacamos quatro relatos: **A01** – “*Em um circuito [em] 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.*”; **A03** – “*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** – “*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 junte para completar o circuito.*”.

Experimento 05 – Solenoide (características de um eletroímã)

O roteiro de atividades dos alunos continha as seguintes instruções: *Experimento 05: Com os materiais que estão em cima da carteira, faça com que o prego consiga atrair o clipe. Como você explica isso? Faça um desenho do experimento.*

Esse experimento é composto por um suporte para pilha, uma pilha de 1,5 volts, fios com “*garras de jacaré*”, um interruptor, um clipe (objeto para ser

atraído), bobina (fio de cobre esmaltado enrolado em canudinho de refresco de 7 cm) e um prego de 7 cm (núcleo do solenoide). Note que o solenoide foi apresentado desmontado para os alunos. Para que o prego atraia o clipe, é preciso montar o circuito e colocar o prego dentro do canudo de refresco (ver Figura 1). Nessa atividade, as crianças também tiveram certa dificuldade. O que, talvez, tenha sido mais complicado foi os alunos perceberem que o prego deveria ser colocado dentro da bobina (fio de cobre esmaltado enrolado no canudo de refresco). Inicialmente, os grupos colocaram o prego em série no circuito, alguns também colocaram o clipe em série. Um dos grupos desmontou o enrolamento de fio de cobre. Os professores deixavam que eles tentassem resolver o problema por algum tempo, então, faziam a intervenção com base nas tentativas dos alunos. Isso exige que o professor esteja bastante atento àquilo que os alunos estão fazendo e às discussões deles enquanto trabalham, o que nos foi facilitado porque havia três professores em sala.

A resolução desse problema exigiu uma intervenção mais direta, pois foi difícil fazer os alunos perceberem que o prego deveria ser colocado dentro da bobina (canudo + fio de cobre). Esse trabalho foi relevante para que os alunos percebessem a importância da presença do prego junto ao enrolamento para que houvesse a atração do clipe. Para resolver o problema, os alunos foram instruídos a montar o circuito sem o prego e tentar atrair o clipe com aquele circuito. Dado o insucesso, um professor sugeria que o prego fosse utilizado sem que a configuração inicial do circuito fosse modificada. Com base nisso, e após alguns testes, os alunos colocavam o prego dentro do enrolamento e faziam o solenoide atrair o clipe.

Destacamos alguns relatos dos grupos: **G1** – “Quando colocamos o prego dentro do solenóide ele atrai o clipe.”; **G2** – “Quando colocamos o prego dentro do canudo, o prego se transforma em ímã e atrai o clipe”; **G3** – “O magnetismo entra no prego e o transforma em ímã.”; **G4** – “[...] o prego que se transforma em um ímã e atrai o clipe.”; **G5** – “[...] transformando o ferro em ímã que atrai outro ferro.”.

Na segunda e terceira etapas da coleta de dados, sete alunos optaram por redigir sobre esse experimento. Destacamos quatro explicações: **A01** – “O prego ele não atrai o clipe porque os dois são ferros. Mas se eu colocar o prego dentro do solenóide ele vai atrair pois a corrente elétrica que passa sobre ele transforma ele em ímã.”; **A02** – “[...] o prego vira um ímã devido a energia da pilha.”; **A08** – “pegue o prego coloque dentro do canudo e ligue o interruptor e o prego vai atrair o clipe.”; **A14** – “A hora que nós ligamos o interruptor a energia passa para o eletroímã transformando o ferro em ímã”. As explicações dos alunos nos parecem fruto das circunstâncias, pois eles associaram o solenoide atraindo o clipe com o ímã que estava sendo objeto de estudo naquelas atividades. Além disso, o nome *eletroímã* pode ter colaborado sobremaneira para isso.

DISCUSSÕES

Para iniciar as discussões, é necessária uma referência à linguagem, instrumento que possibilita aos homens se apropriarem das aquisições históricas da

humanidade. Assim, para se apropriar da ciência, é fundamental apropriar-se da sua linguagem, ou melhor, daquilo que lhe dá forma: os conceitos científicos. Considerando que a palavra é um meio para formação do conceito científico (VIGOTSKI, 2001, p. 245), a análise realizada no presente estudo reforça a importância, para a formação e alfabetização científica da criança, de se inserir, na educação, palavras mais específicas dos conteúdos de ciências, a partir dos anos iniciais do Ensino Fundamental. As atividades que desenvolvemos com os alunos propiciaram a aquisição de palavras específicas de conteúdos de Física. Essa inferência é feita tendo em vista a discussão inicial (primeiro momento da atividade em sala de aula), pois algumas palavras utilizadas pelos alunos para descrever e explicar os experimentos, durante e após as atividades, não foram mencionadas inicialmente. Para exemplificar, destacamos as seguintes palavras e expressões: *polo norte e polo sul; repelir; solenoide; eletroímã; corrente elétrica; bom condutor e mau condutor; fonte de energia; isolantes; circuito em paralelo; circuito fechado; circuito elétrico*, entre outras. Tais palavras aparecem nas falas dos alunos nos três momentos em que os dados foram coletados, sempre utilizadas de forma coerente e em contextos apropriados, tendo em vista aquilo que foi desenvolvido com eles. Mesmo que algumas das palavras já fizessem parte do vocabulário das crianças, é possível que elas tenham sido ressignificadas pela experiência didática. Esse é o caso da palavra *circuito*, que inicialmente não foi associada à eletricidade. Outro caso é a palavra *ímã*. Ao questionarmos os alunos durante a discussão inicial sobre o que é um ímã, as respostas se concentraram em torno da atração de outros objetos. Apenas um aluno mencionou que os ímãs poderiam “*se atrair ou se afastar*”. Após a atividade, os dados mostram que os alunos passaram a associar ao ímã a existência de dois polos (norte e sul), que polos iguais se repelem e polos diferentes se atraem, e que um ímã atrai ferro. Vários alunos expressaram tais aspectos em suas falas. Isso nos parece um indício de que houve ressignificação da palavra *ímã*, ou melhor, que o seu significado foi ampliado.

Segundo o referencial vigotskiano, é provável que a criança entre 09 e 10 anos pense por complexos, pois estudos “mostram que só depois dos doze anos, [...] 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, 2001, p. 155). A última forma de pensamento por complexos corresponde aos *pseudoconceitos*. Essa denominação deve-se ao fato de que “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, 2001, p. 155). Em contato com os adultos, a criança se apropria de palavras, mas o interior delas difere profundamente. As crianças obtêm esses significados por intermédio de operações intelectuais inteiramente diversas e eles são elaborados 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. 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, 2001, p. 198).

A partir disso, entendemos que a criança deve ser estimulada a enriquecer sua estrutura de pseudoconceitos e a exercitar essa forma de pensamento. Nesse sentido, foram propostas atividades que propiciassem às crianças o contato com ideias de Física, de forma que pudesse ocorrer a aquisição de pseudoconceitos e a possibilidade de elas exercitarem o pensamento por complexo, tanto nas manifestações por escrito, quanto nas interações aluno-aluno/aluno-professor na aula e na feira de ciências. Neste trabalho, a evidência de que os alunos adquiriram pseudoconceitos está na apropriação da palavra. À medida que a criança consegue adquirir novas palavras (ou expressões) e as utilizam na comunicação com os adultos, é possível que tenha ocorrido a aquisição de um pseudoconceito.

Podemos citar como exemplo as palavras *solenóide* e *eletroímã*, mencionadas no Experimento 5. Se partirmos do princípio de que na idade dessas crianças não é possível a existência de conceitos, mas sim de pseudoconceitos, podemos inferir, a partir dos relatos feitos pelos alunos, que eles adquiriram um pseudoconceito. Os dados do Experimento 5 mostram que os grupos G2, G3, G4 e G5, bem como os alunos A1, A2 e A14 disseram que o prego (ou o ferro) se transformou em ímã. O importante, nesse episódio, é o fato de as crianças começarem a associar que um fio, enrolado em um prego e percorrido por eletricidade, apresenta aspectos de um ímã, tal como fica evidente nos dados referentes ao Experimento 5. Um segundo exemplo refere-se ao Experimento 3. Quatro grupos (G2, G3, G4, G5), ao discorrerem sobre esse experimento, mostraram ter adquirido a ideia de que alguns materiais permitem a passagem da eletricidade e outros materiais não.⁹ Já nas respostas individuais, após as discussões com os pesquisadores, três alunos (A4, A6, A12) utilizaram os termos “*bom condutor*” e/ou “*mau condutor*” em suas respostas. O aluno (A6) mencionou, também, o termo isolante. Dessa forma, se partirmos do princípio de que na idade deles não é possível a existência de conceitos, mas sim de pseudoconceitos, podemos inferir, a partir das respostas das crianças, que elas adquiriram um pseudoconceito, *i.e.*, *há materiais que permitem a passagem da eletricidade*, o qual foi sintetizado na expressão bom condutor pelos alunos (A4, A6, A12). Destaca-se que na discussão inicial, momento em que procuramos mapear os conhecimentos prévios, os alunos não apresentaram esses termos e essas explicações. Por esse motivo, entendemos que houve a aquisição de pseudoconceitos com a atividade proposta.

Os pseudoconceitos adquiridos são de conteúdos específicos da Física, incomuns de serem adquiridos fora do âmbito escolar. Isso é importante para que em níveis escolares mais avançados, como o Ensino Médio, a criança tenha maiores condições de caminhar para o pensamento por conceitos, naquela 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, 2001, p. 246).

Outro ponto importante a ser destacado é a interação entre os alunos e os professores (parceiro mais capaz) e a ZDI. O Experimento 1 tinha como objetivo que os alunos entrassem em contato com o fato de que ímãs possuem polaridade (norte e sul) e conseguissem relacioná-la à atração e à repulsão. A realização do experimento não ofereceu dificuldades aos alunos. A análise dos dados revela que os cinco grupos explicaram que os carrinhos não se encostavam devido à polaridade dos ímãs, três deles (G1, G2, G4) especificaram que polos iguais se repelem, tal como evidencia os dados do Experimento 1. Os quatro alunos (A2, A5, A9, A11) que optaram por fazer a redação sobre esse experimento utilizaram o mesmo argumento. Nos dados do Experimento 1 apresentamos a explicação de dois alunos. As crianças tiveram condições de realizar o experimento e explicá-lo sem o auxílio efetivo dos professores. Dessa forma, pode-se dizer que a execução e a explicação desse experimento estavam dentro da *zona de desenvolvimento real* daqueles alunos, tanto pela execução, sem maiores dificuldades, quanto pelas explicações plausíveis dadas por eles. Entendemos que, apesar de algumas expressões terem sido dadas durante a segunda etapa da discussão inicial, isso não altera o fato de os alunos terem resolvido o problema sem o auxílio dos professores. Contudo, os registros sugerem que, apesar de a atividade estar dentro da zona de desenvolvimento real das crianças, do ponto de vista da linguagem ela foi relevante para a apropriação de novas palavras e significados.

Da mesma forma, no Experimento 3, os alunos não tiveram grandes dificuldades. Essa atividade tinha como objetivo principal que os alunos diferenciassem, entre os materiais disponíveis na bancada, aqueles que eram condutores e não condutores (isolantes) de eletricidade. A análise dos dados revelou que quatro grupos observaram que a lâmpada só acendia quando determinados materiais eram utilizados, e três grupos explicaram de forma coerente o experimento. Nos dados produzidos a partir das redações, destaca-se, do material dos três alunos que optaram por esse experimento, que dois deles disseram que bons condutores deixam a “*energia passar*”, o que é uma explicação plausível, tendo em vista a atividade.

Diante do exposto sobre o Experimento 3, pode-se dizer que a participação do parceiro mais capaz foi importante na realização das atividades: na montagem do experimento, na separação e organização dos materiais e, também, no momento das explicações. Alguns grupos tinham certa insegurança e solicitavam a presença dos professores, que sempre os incentivavam a responder e faziam algumas perguntas para guiá-los. Essas perguntas também eram feitas nos momentos em que cada aluno do grupo falava de uma forma diferente a resposta. Então, eram feitas perguntas que os induziam à discussão e à busca de consenso. Com relação ao Experimento 3, mesmo reconhecendo a contribuição dos professores, as crianças teriam condições de realizá-lo e explicá-lo sem esse auxílio. Portanto, pode-se inferir que a sua execução e explicação estava dentro da zona de desenvolvimento real daqueles alunos, tanto pela execução, sem maiores dificuldades,

quanto pelas explicações plausíveis que foram apresentadas. Talvez a falta de auxílio dos professores acarretasse certa desorganização na montagem e na explicação, mas não impediria os alunos de realizarem a atividade. Contudo, a exemplo do Experimento 1, apesar de a atividade estar dentro da zona de desenvolvimento real das crianças, do ponto de vista da linguagem ela foi relevante para apropriação de novas palavras e significados.

Por outro lado, os alunos tiveram certa dificuldade na realização dos Experimentos 2, 4 e 5. O auxílio dos professores (parceiro mais capaz) foi fundamental para os grupos. Sem esse auxílio, não seria possível a realização daqueles experimentos. No Experimento 2, por exemplo, os alunos não conseguiram fazer com que três cilindros não se encostassem dentro do tubo de vidro, mas isso foi possível com a intervenção de um docente. Da mesma forma, os alunos não conseguiram perceber sozinhos que dois dos cinco cilindros não eram ímãs. Mas o fizeram após a interação e os questionamentos de um professor, o que nos sugere que a execução do experimento estava dentro da ZDI dos alunos.

É interessante notar que a maioria dos alunos, tanto nas manifestações em grupo quanto nas individuais, se referiu ao fato de os cilindros flutuarem e explicaram esse fenômeno, mas não mencionaram a diferença que havia entre os dois tipos de cilindros, i.e., ímã e ferro. Uma vez que o objetivo do Experimento 2 era a diferenciação entre ímãs e materiais ferromagnéticos, esperávamos que as respostas às perguntas do roteiro versassem sobre esse aspecto. Isso pode ser entendido por meio de dois conceitos definidos por Wertsch (1984): *definição de situação e intersubjetividade*.

Para o referido autor,

A definição de situação é o modo com que o cenário ou o contexto é representado – definido – por aqueles que estão atuando naquele cenário. Eu uso o termo definição porque quero enfatizar que as pessoas ativamente criam uma representação da situação, elas não são destinatários passivos desta representação. (WERTSCH, 1984, p. 8-9, *tradução nossa*).

A importância da noção de definição de situação está em se operar dentro da zona de desenvolvimento imediato. A colaboração nessa zona muitas vezes envolve adultos representando objetos e eventos, de um lado, e os aprendizes de outro, embora estejam funcionalmente no mesmo contexto espaço-temporal. Ou seja, os sujeitos envolvidos no processo entendem a situação de maneira tão diferente, que não estão realizando a mesma tarefa. Dessa forma, a atividade educacional desenvolvida pode não ser profícua. De acordo com Wertsch (1984), a intersubjetividade ocorre quando dois interlocutores, na interação em uma dada tarefa, partilham a mesma definição de situação e estão conscientes disso. (WERTSCH, 1984, p. 12). Diante disso, frisa-se que não basta o adulto apresentar a tarefa, é preciso que ele acompanhe a criança durante o desenvolvimento da atividade, de forma que utilize todos os recursos de linguagem para que ela tenha a mesma definição de situação que ele (GASPAR, 2006, p. 174).

Nesse sentido, com base nas categorias propostas por Wertsch (1984), mesmo que os sujeitos desta pesquisa, durante a realização da atividade, tenham

notado a diferença entre os ímãs e os cilindros de ferro, o que mais chamou a atenção deles não foi essa questão. As respostas mostram que o fato de os ímãs flutuarem foi o que mais se destacou. Isso pode indicar que não houve intersubjetividade entre os professores e os alunos nesse ponto da tarefa. É oportuno destacar que a explicação dos estudantes para o fenômeno de os ímãs flutuarem está correta, mas o fenômeno que deveria ser explicado não era esse.

Quanto à realização do Experimento 4, o auxílio do professor (parceiro mais capaz) foi fundamental em quatro dos cinco grupos. Sem esse 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 isso exigiu grande colaboração dos professores. Os pesquisadores pretendiam, com essa atividade, apenas que os alunos encontrassem um meio de acender as duas lâmpadas. Dessa forma, passariam 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, dando ênfase à diferença entre eles. Havia certo receio dos pesquisadores quanto à dificuldade da explicação do experimento – tendo em vista a Física envolvida no fenômeno. Para a nossa surpresa, durante a discussão final, o interesse dos alunos por esse experimento foi muito maior do que pelos outros. Esse interesse se confirmou posteriormente, com sete alunos, em quatorze, escolhendo o referido experimento como tema para as redações.

Durante a discussão final, os professores perceberam que a explicação apenas com base na diferença entre os circuitos (série e paralelo) não satisfazia os alunos. Eles perguntavam insistentemente e tentavam explicar o fenômeno. Mas, a explicação física desse 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 professores explicaram o fenômeno da seguinte forma: no circuito em paralelo a eletricidade que passa por cada lâmpada é a necessária para ambas 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 corretamente, do ponto de vista conceitual, e que não estivesse além da ZDI dos alunos, o que não seria profícuo.

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, na discussão inicial, foi explicitado o significado de circuito elétrico 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, essa era a resposta possível para os alunos. Mas, nas respostas individuais, evidenciou-se certa mudança na argumentação de quatro alunos (A1, A3, A6, A14). Além de considerarem o fato de a energia se dividir na junção, aspecto já mencionado durante o trabalho dos grupos, os alunos acrescentaram um novo

argumento, que podemos sintetizar por meio da afirmação: *no circuito em série não há energia (ou força) suficiente para acender as duas lâmpadas, mas no circuito em paralelo há*. Essas respostas, de alguma forma, estão relacionadas à explicação dada pelos pesquisadores durante a discussão final. Entendemos que a explicação dada pelos pesquisadores levou alguns alunos a reelaborarem as suas respostas, escrevendo algo coerente com o que havia sido discutido. Acreditamos que esta é uma evidência de que a intervenção feita pelos pesquisadores estava dentro da ZDI das crianças.

No Experimento 5 ocorreu o mesmo, os alunos só conseguiram montar o solenoide após a intervenção de um professor. Com isso, podemos inferir que a execução do experimento estava dentro da ZDI dos alunos, pois eles conseguiram realizá-lo, mas exigiu grande colaboração dos professores. A teoria de Vigotski ressalta a importância da ZDI para a dinâmica do desenvolvimento intelectual e a importância da colaboração no processo de aprendizagem, pois em colaboração a criança pode sempre fazer mais do que sozinha (VIGOTSKI, 2001, p. 328-9). Isso é importante quando se pensa em elaborar uma atividade para trabalhar com os alunos. Para que sejam proficuas, do ponto de vista da aprendizagem, é preciso que estejam dentro da ZDI e que propiciem a colaboração do professor durante o processo. Para Vigotski, é imprescindível que, ao avaliar o estado do desenvolvimento, também se considere as funções em maturação e não só as funções já maduras. É preciso avaliar não só o nível atual, mas também a zona de desenvolvimento imediato (VIGOTSKI, 2001, p. 327).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do recorte feito e das características peculiares à situação analisada, a teoria vigotskiana nos pareceu fecunda para orientar as atividades com alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental. A experiência revelou, de forma geral, uma elevação do número de pseudoconceitos das crianças, o que pode auxiliar o desenvolvimento do pensamento. 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., as palavras *ímã* e *circuito*. É oportuno sublinhar que conceitos na forma mais elaborada, o que exige um pensamento por conceitos, ainda não é possível para crianças daquele ciclo (VIGOTSKI, 2001, p. 155). Isso é importante para evitar um ensino que valorize demasiadamente a memorização de conceitos (palavras), em detrimento de outras situações que poderiam tornar mais rica a experiência vivida pelos alunos.

Na medida em que os pseudoconceitos são importantes para o desenvolvimento do pensamento infantil, servindo como elo entre o pensamento por complexos e o pensamento por conceitos, as atividades desenvolvidas neste trabalho se mostram relevantes para o desenvolvimento do pensamento por conceitos das crianças e para o processo de construção dos conceitos ao longo da vida escolar. Vale destacar que mesmo o pseudoconceito 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, 2001, p. 198).

Ao levantar as concepções prévias dos alunos sobre o assunto abordado, na discussão inicial, criaram-se *pontes comunicativas* para facilitar a compreensão da situação proposta. A discussão inicial, além de mapear as concepções prévias, teve como objetivo fornecer aos alunos conhecimentos importantes para a realização da atividade. Isso se mostrou profícuo 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 não só como meio de ensinar o conteúdo, mas possibilitaram a geração de atividades interessantes e estimuladoras para as crianças. Além disso, propiciaram certa concretude às atividades. Ressaltamos que se procurou ensinar o conteúdo dentro das possibilidades cognitivas e peculiares àquela faixa etária, tendo em vista toda a discussão já feita. Dessa 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 associados simplesmente ao ensino de determinados conceitos científicos, mas devem ser explorados tendo como horizonte o desenvolvimento da criança.

Cabe destacar que se o ambiente, de forma geral, se constitui em fonte para o desenvolvimento da criança, quanto mais ricas as situações forem em termos didáticos, mais interessante é para o processo de ensino e aprendizagem. Para concluir, isso impõe pensar a formação do professor, pois para realizar a mediação é imprescindível que o professor das séries iniciais tenha uma boa formação, inclusive conhecimentos básicos de ciências.

NOTAS

¹ Uma primeira versão deste artigo foi publicada nos trabalhos Boss et al. (2008, 2010).

² É comum encontrar esse 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 (2001), o tradutor (Paulo Bezerra) opta por utilizar o adjetivo *imediate* por considerá-lo mais adequado para expressar o pensamento do autor.

³ Corresponde à antiga 4ª série do Ensino Fundamental.

⁴ O experimento de eletrostática não foi utilizado porque no dia da atividade estava chovendo. Após alguns testes, realizados antes de iniciar o trabalho com os alunos, optamos por não utilizá-lo.

⁵ Docente responsável pela turma e pesquisadores.

⁶ Deveriam ter 28 redações, pois eram 14 alunos e duas redações cada um. No entanto, no dia da segunda redação (uma semana após a feira de ciências), um dos alunos faltou.

⁷ Até aquele momento os professores não tinham mencionado a expressão “*campo magnético*”. No entanto, o *aluno A06*, que fazia parte do *Grupo 3*, apresentou essa expressão na discussão inicial.

⁸ Todos os experimentos possuíam fios pretos e vermelhos.

⁹ Cabe ressaltar que a classificação dos materiais em *condutores* e *isolantes* está associada à *diferença de potencial elétrico* a qual o material é submetido. A classificação que trabalhamos nesse experimento refere-se à tensão de 1,5 V da pilha utilizada. Outro tipo de experimento utilizado para a classificação de materiais em *condutores/ isolantes* pode ser visto em Gaspar (2005, p. 234-5).

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*, São Paulo, v. 25, n. 2, 2003.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Tradução de Maria João Alvarez; Sara Bahia dos Santos; Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994. cap. IV, p. 150-206.
- BOSS, S. L. B. et. al. O uso de experimentos de Física no início da Educação Fundamental: uma análise à luz da psicologia sócio-histórica. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11., 2008, Curitiba. *Anais eletrônicos...* Curitiba: Sociedade Brasileira de Física, 2008. Disponível em: <www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xi/atas/resumos/T0065-1.pdf>. Acesso em: 20 maio 2012.
- BOSS, S. L. B. et.al. Experimentos de Física no Ensino Fundamental: uma análise à luz da psicologia sócio-histórica. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 12., 2010, Águas de Lindóia/SP. *Anais eletrônicos...* Águas de Lindóia/SP: Sociedade Brasileira de Física, 2010. Disponível em: <www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xii/sys/resumos/T0046-2.pdf>. Acesso em: 20 maio 2012.
- 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).
- GASPAR, A. *Experiências de ciências para o Ensino Fundamental*. São Paulo: Ática, 2005.
- GASPAR, A. Museus e centros de Ciências. In: ARAÚJO, E. S. N. N.; CALUZI, J. J.; CALDEIRA, A. M. A. (Orgs.). *Divulgação científica e ensino de ciência*. São Paulo: Escrituras, 2006. cap. VI, p. 141-189.
- 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.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos de metodologia científica*. 6. ed. – 7. reimpr. São Paulo: Atlas, 2009.
- 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*, São Paulo, 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.

- SOUZA FILHO, M. P.; BOSS, S. L. B.; MIANUTTI, J.; CALUZI, J. J. Sugestão de experimentos referentes à eletricidade e magnetismo para utilização no Ensino Fundamental, *Física na Escola*, São Paulo, v. 12, n. 1, 2011.
- TOZONI-REIS, M. F. C. *Metodologia de pesquisa científica*. Curitiba: IESDE Brasil, 2007.
- VIGOTSKI, L. S. *La genialidad y otros textos inéditos*. Buenos Aires: Editorial Almagesto, 1998.
- _____. *A construção do pensamento e da linguagem*. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- _____. *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.
- WERTSCH, J. V. The Zone of Proximal Development: Some Conceptual Issues, In: Rogoff, B. e Wertsch, J. V. (ed.). *Childrens Learning in the “Zone of Proximal Development” - New Directions to Child Development*, n° 23, S. Francisco, Bass, Março, 1984.

Data do Recebimento: 19/05/2011

Data de Aprovação: 18/06/2012

Data da Versão Final: 07/07/2012