

ELABORAÇÃO DE ATIVIDADES ESPECÍFICAS PARA TRABALHAR A VISUALIZAÇÃO DO MICROSCÓPICO NA CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS DE ELETRICIDADE¹

Shizue Shimizu^a [shizueshimizu@ig.com.br]

Regina Costa^b [recosta02@hotmail.com]

Anne L. Scarinci^c [l.scarinci@gmail.com]

Jesuína L. A. Pacca^d [jepacca@if.usp.br]

^a E.E. Tarcísio A. Lobo e Colégio Santa Marcelina

^b E. E. Zuleika de Barros

^c Faculdade de Educação – Universidade de São Paulo

^d Instituto de Física – Universidade de São Paulo

RESUMO

A elaboração de um modelo microscópico da estrutura da matéria é fundamental para o aprendizado da eletrodinâmica. A partir disso, espera-se que o planejamento das aulas, elaborado para o tema, preveja que, ao longo do trabalho com a fenomenologia e os conceitos, o aluno obtenha elementos para construir alguma idéia sobre o átomo e as partículas subatômicas que explicam a corrente elétrica. No entanto, percebe-se às vezes que os alunos precisam de mais elementos para que essa construção conceitual ocorra. Neste trabalho, partimos de um problema concreto de sala de aula, que era conduzir os alunos a pensar na estrutura microscópica dos materiais condutores de eletricidade, com o intuito de possibilitar a compreensão da corrente elétrica. Descrevemos duas atividades desenvolvidas especificamente para esse fim, pensadas por professores de física e incluídas nos seus planejamentos de eletricidade com intenção de atender a essa necessidade. Ambas as aulas partiram da fenomenologia: uma mostrou a queima de um *Bombril* ao conectá-lo aos pólos de uma pilha, e outra mostrou uma reação de oxido-redução em que um fio de cobre é corroído em uma solução de nitrato de prata. Detalhamos as aulas focalizando os objetivos dessas atividades, conforme pensados pelos professores, os procedimentos em sala de aula e algumas expectativas e interações dos alunos. Os experimentos, apesar de atraentes pelo visual, não se reduziram a um espetáculo de pirotecnia porque estavam localizados adequadamente em uma seqüência pedagógica e com objetivos específicos claros para o professor. Dessa forma, favoreceram a construção, pelo aluno, do modelo de estrutura da matéria.

PALAVRAS CHAVE:

Ensino de eletricidade, condução de corrente elétrica, construção de modelos.

INTRODUÇÃO

A elaboração de um modelo microscópico da estrutura da matéria é fundamental para o aprendizado de eletricidade. Utilizando a fenomenologia usual da eletrodinâmica, esperamos que o aluno, na explicação dos fenômenos, perceba a necessidade de recorrer às partículas fundamentais que constituem a matéria.

¹ Este trabalho foi produzido pelo grupo que participa do projeto FAPESP Ensino Público: *Acervo Pedagógico on-line para o Ensino de Física – Atividades problematizadoras para a sala de aula e a contextualização no planejamento.*

Mas isso nem sempre ocorre. O obstáculo conceitual dos “fluidos”, das “energias” ou das “forças” que percorreriam o fio condutor, bem como a concepção de matéria contínua, podem evitar a formulação (ou a “compra”), pelo aluno, do problema de que a matéria é constituída – e o discurso do professor sobre cargas elétricas, íons e estrutura cristalina torna-se uma retórica distante do mundo real.

Nesse trabalho, descrevemos duas estratégias, planejadas por professoras de física, para turmas em que essa dificuldade foi percebida. As atividades foram inclusões ao planejamento inicial, e tiveram o objetivo de fornecer ao aluno pistas adicionais, empíricas, que chamariam a atenção para o “átomo”, e representaram uma etapa intermediária na construção do conceito de corrente elétrica.

Os planejamentos utilizaram idéias de natureza construtivista. As aulas que vamos relatar, assim como as atividades precedentes da seqüência pedagógica, procuraram embasar o novo conhecimento em situações-problema, trazidas pelo aluno ou “compradas” por ele, por estímulo do professor. A motivação interna do sujeito é essencial para o aprendizado (Vigotski, 2000).

Interpretamos as dificuldades dos alunos em compreender o conceito de corrente elétrica através de concepções alternativas sobre eletricidade (Pacca *et al.*, 2003). Por exemplo, observamos nas suas explicações a concepção de eletricidade como um fluido (ou às vezes dois fluidos, um positivo e outro negativo) que sai da pilha em direção à lâmpada. Nessa concepção, a pilha descarrega quando fica vazia desse fluido.

Observamos também o uso de termos emprestados da ciência, como “força” e “carga” como obstáculos para o aprendizado. Percebemos que os aprendizes empregam esses termos com significados diferentes dos científicos, carecendo de uma crítica mais aprofundada sobre o modelo de matéria que se esconde por trás das palavras.

Entendemos que um conceito em construção requer sua aplicação a várias situações diferentes, de modo a fazer a nova teoria estabelecer um maior número de conexões com o mundo empírico. Assim, ampliam-se as possibilidades de construção e reconstrução de significados (Piaget, 1997). Se nos baseamos no que Piaget entende sobre construção do conhecimento, a presença de elementos concretos na construção de modelos seria importante no início do aprendizado, antes de apelar para a linguagem formal, matemática, de natureza abstrata.

Também prevemos que o aluno não conseguirá utilizar de forma autônoma um conceito recém-aprendido (Vigotski, 2000), assim, as aulas previram um assessoramento intenso do professor, seja através do controle de cada passo da interpretação da atividade, seja através da condução do raciocínio pela forma da imitação.

DESCRIÇÃO DO TRABALHO DESENVOLVIDO

As atividades

As aulas foram planejadas para a escola básica. A atividade “corrosão do fio de cobre por nitrato de prata” foi aplicada no ensino fundamental, e a “queima do Bombril” no ensino médio. Ambos os planejamentos tiveram como eixo norteador a construção do conceito de corrente elétrica. As aulas descritas representam um momento desse planejamento, em que o objetivo era explorar aspectos microscópicos da condução elétrica.

As atividades não tiveram intuito de sistematizar um conceito – elas foram atividades intermediárias. A idéia foi trazer novos elementos empíricos para análise, salientando que os conceitos de átomo, de condutor de eletricidade e de corrente elétrica já estão em construção, pois em aulas anteriores, os alunos montaram circuitos e procuraram explicações, ouviram explicações dos colegas e receberam da professora elementos novos para pensar os fenômenos.

Dessa forma, espera-se que o aluno esteja preparado para acompanhar um raciocínio de interpretação dos fenômenos apresentados, e que o experimento apresentado possa ultrapassar o nível do pitoresco e do “show”. Assim, as duas aulas se caracterizam pela apresentação de experimentos em que a explicação através dos conceitos de átomos, estrutura cristalina, elétrons livres e íons, seja razoável para o aluno.

As descrições das aulas a seguir foram extraídas do material produzido pelas professoras.

Aula “corrosão do fio de cobre por nitrato de prata”

Todos os corpos possuem cargas elétricas, mas nem todos estão “eletrizados” ou “carregados”. Em situações normais, a quantidade de carga elétrica positiva é igual à quantidade de carga negativa e o corpo se apresenta neutro. Entender a natureza atômica e as características elétricas da matéria é o primeiro passo para explicarmos os fenômenos da ciência, da evolução tecnológica e dos dispositivos eletrônicos.

Essa foi uma aula experimental, cujos objetivos específicos foram: *i*) entender os materiais “vistos por dentro”, utilizando um modelo cinético de partículas, a partir da idéia fundamental de que a matéria é feita de pequeníssimas partículas que interagem entre si com força eletrostática de atração e repulsão; e *ii*) refletir sobre a natureza elétrica da matéria, com ênfase na ligação metálica e na organização geométrica de seus constituintes.

1º passo – a realização do experimento

A atividade foi desenvolvida em grupos de 4 alunos. A idéia de fazê-la experimental (e não como demonstração) possibilitar que os alunos acompanhassem de perto o processo e pudessem observar detalhadamente as etapas da reação.

Os grupos de alunos receberam o material (recipiente de vidro, solução aquosa de nitrato de prata, fio de cobre esmaltado, lixa, álcool e algodão) e foram orientados a: *i*) Lixar o fio de cobre para retirar o esmalte, e passar álcool para retirar impurezas restantes; *ii*) Derramar a solução de nitrato de prata no recipiente de vidro; *iii*) Fazer uma figura geométrica com o fio de cobre e mergulhá-la na solução; e *iv*) Observar o que ocorreria ao fio².

² Para uma descrição mais detalhada do experimento e dos conceitos envolvidos, visitar *site* lumini.iv.fapesp.br.



Figura 1: Experimento do fio de cobre em nitrato de prata.

Na etapa de observação, a professora fez perguntas para direcionar os alunos a observar detalhes e descrever o processo que estava acontecendo. Algumas perguntas foram:

- *Por que se formam fios compridos?*
- *Qual substância está formando?*
- *Onde essa substância estava?*
- *O que formou é “energia”?*
- *Tem brilho? Por quê?*

Para a condução das observações e formulação de questões aos alunos, procuramos manter nossa meta nos conceitos de ânions e cátions, nas interações entre partículas e transferência de partículas de uma substância para outra, na estrutura cristalina metálica e nos elétrons livres.

2º passo – a busca de explicações

Na etapa de interpretação do fenômeno, os alunos também foram guiados através de perguntas, como as que se seguem:

- *Achem a prata na tabela periódica.*
- *Em que grupo de elementos químicos ele se encaixa?*
- *Achem o radical nitrato. Onde você encontrou?*

Imaginamos que a leitura da tabela periódica poderia auxiliar a construção do conceito de átomo e de estrutura granular da matéria. Além disso, ao trabalhar com cátions e ânions, o aluno seria levado a compreender melhor o que a ciência chama de cargas elétricas.

3º passo – algumas explicações

Os cientistas usam a imaginação para explicações científicas, que vão muito além dos fatos observados.

O feedback constante, conseguido através da participação dos alunos, serviria como parâmetro para saber se, realmente, estavam acompanhando o raciocínio. Os alunos também tinham perguntas e, uma vez construído um vocabulário comum, a professora poderia sentir-se mais seguro que suas explicações seriam compreendidas da maneira adequada pelos alunos.

Nessa etapa, foi explicada a formação dos dendrites de prata, a formação do retículo cristalino de prata e a transferência de elétrons livres do cobre para a prata, e apresentadas as reações químicas correspondentes.

Aula “queima do Bombril”

Os alunos têm idéias e conseguem dar explicações para os fenômenos que observam, sendo capazes de fornecer justificativas e argumentos para suas explicações. Sabemos que estes modelos dos alunos muitas vezes não estão corretos e os termos utilizados não compartilham do significado da ciência. Contudo, essas explicações são informações importantes para o professor sobre o que o aluno pensa e como “enxerga” determinado fenômeno. Estas concepções espontâneas devem ser valorizadas e trabalhadas na direção do modelo da ciência.

Essa foi uma aula de demonstração. O objetivo geral da aula foi de perceber o “curto-circuito” gerado ao se ligar um pedaço de Bombril aos pólos de uma pilha.

Previamente a essa aula, os alunos já haviam feito algumas atividades experimentais com circuitos simples, e algumas idéias apareceram, como:

Em um circuito alguma coisa circula, ou seja, vai de um pólo da pilha ao outro.

O fio conduz eletricidade.

As baterias são fonte de energia e essa energia chega na lâmpada e é convertida em luz.

Algo caminha no fio.

O fio funciona como passagem de eletricidade, é o condutor.

Os alunos também mencionaram termos da eletricidade, como *circuito elétrico, fonte de energia, cobre condutor, circuito fechado*. No entanto, não sabiam explicar o significado preciso desses termos. Indícios do começo da construção de um modelo microscópico apareceram nas falas deles, quando usavam termos como *cargas, elétrons, carga positiva*.

Outra atividade que contribuiu para significar a aula-síntese foi a observação do circuito de uma lâmpada. Essa atividade foi motivada pela constatação de que nos circuitos representados pelos alunos, o filamento da lâmpada não fazia parte do caminho da corrente. Os alunos abriram uma lâmpada fizeram observações detalhadas e esquemas do seu circuito interno. O próximo passo, para chegarmos à conceituação de corrente elétrica, era introduzir uma explicação do circuito a nível microscópico.

Passo 1: fazer previsões

Antes de realizar o experimento, a professora mostrou o material que seria usado e pediu aos alunos que traçassem hipóteses sobre o que aconteceria quando o Bombril fosse conectado à pilha. A expectativa era de retomar as idéias que apareceram nas aulas anteriores, como a idéia do “algo que circula”.

Passo 2: o experimento



Figura 2: montagem experimental da queima do Bombril.

A professora realizou o experimento, pedindo aos alunos que observassem e descrevessem o que aconteceria ao Bombril e à pilha. Os alunos deveriam observar efeitos como:

Imediatamente após fechar o circuito, aparecem faíscas no Bombril

O Bombril esquenta e brilha (“pega fogo”)

A pilha esquenta

O bombril escurece

A pilha, ao final da experiência, está descarregada

O Bombril escurecido não conduz mais corrente elétrica.

Passo 3: a explicação

Os alunos são incentivados a produzir explicações, porém sem expectativa de grande aprofundamento. Eles são capazes de falar que mudou alguma coisa na estrutura do Bombril.

Em seguida, a professora exemplifica um raciocínio, utilizando o modelo de estrutura da matéria, e fornece explicações falando sobre os elétrons que saem da pilha fazendo uma comparação entre a estrutura metálica condutora (pois possui elétrons livres) com a estrutura iônica final do Bombril (não condutora), após sofrer oxidação por aquecimento.

RESULTADOS OBTIDOS

Ao incluirmos essas atividades no nosso planejamento, conseguimos introduzir conceitos importantes de eletricidade, como carga elétrica, átomos, elétrons - inexistentes no repertório conceitual inicial dos alunos. Mais que isso, ao apresentarmos esses conceitos, indicamos o seu poder para explicar fenômenos do mundo real e mostramos aos alunos como usá-los. O repertório dos alunos passou a incluir esses elementos de forma mais adequada.

Para atingir esse propósito, optamos por uma abordagem que estabelecesse o maior número possível de conexões entre a experimentação e a proposição teórica. A idéia foi elaborarmos experimentos simples que evidenciassem os nossos conceitos teóricos almejados. Com isso, estamos nos apoiando naquilo que Piaget considera o caminho para a construção de conhecimentos abstratos.

Entendendo o arranjo dos átomos nos diferentes materiais, os alunos conseguiram compreender o comportamento de condutores e isolantes elétricos, onde um estabelece o caminho ininterrupto para que a corrente elétrica possa acontecer, igualmente define o caminho, pois protege os dispositivos de um curto-circuito. Se o aprendiz adquire uma ferramenta para pensar a origem estrutural do comportamento dos materiais e possui referência concreta do modelo que está aprendendo para explicar os fenômenos, o ensino de eletricidade se torna mais significativo e também mais simples, pois todos os aprofundamentos em conteúdo usarão o mesmo modelo. Os alunos começam a dar explicações utilizando aquilo que podem observar, mas também o que podem inferir da interpretação do fenômeno observado.

As atividades foram mais ricas do que nossos objetivos com elas. No experimento do nitrato de prata, surgiram discussões sobre o poder das pontas e outros conceitos da eletrostática, além de reações químicas. No experimento do Bombril, pudemos estudar regras de oxidação para a formação do óxido de ferro e a “prisão” dos elétrons em uma estrutura iônica.

CONCLUSÕES

As atividades, desenvolvidas dentro de um planejamento real, favoreceram a participação dos alunos e mantiveram o interesse durante a aula e também posteriormente. Um aspecto importante a se ressaltar nos experimentos é o seu poder de motivar e instigar a curiosidade pela ciência.

Os experimentos, bonitos e atraentes pelo visual, não se reduziram a um espetáculo de pirotecnia porque foram localizados adequadamente em uma seqüência em que o conhecimento específico estava em elaboração, e em que o professor fazia a conexão entre as idéias já constituídas e as novas planejadas.

As aulas com experimentos atingiram a função de produzir conhecimento científico porque as professoras tinham objetivos claros. *Saber onde quer chegar* foi fundamental para não perder o eixo original e para impedir que se ficasse com o lúdico e o show, em vez de encaminhar a aprendizagem conceitual.

REFERÊNCIAS

- Pacca, J. L. A. *et al*, Corrente elétrica e circuito elétrico: algumas concepções do senso comum. **Cad. Bras. Ens. Fis.** v.20 n°2, p.151-167, agosto 2003.
- Vigotski, L. S. **Pensamento e Linguagem**. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- Piaget, J. **Seis estudos de psicologia**. 22ª ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1997.