

Sequência didática no PIBID: uma experiência com circuitos elétricos

Didactic sequence in PIBID: an experience with electrical circuits

*Elaine Gomes Matheus Furlan**

*Higor Gustavo Pires***

*Miriam Colombini dos Santos****

*Paulo Cezar de Faria*****

RESUMO

A manipulação de objetos numa atividade experimental tem por objetivo favorecer determinados tipos de raciocínio que podem proporcionar (a partir de um processo de mediação) a compreensão, a representação e a utilização de conceitos científicos. Um experimento, como atividade pedagógica, propicia momentos de discussões e intervenções indispensáveis ao processo de ensino e aprendizagem. Nesta perspectiva nós propusemos e desenvolvemos (no âmbito do PIBID) uma sequência didática para: identificar os conhecimentos prévios dos educandos a respeito de circuitos elétricos; possibilitar a manipulação dos materiais utilizados numa atividade experimental; desencadear discussões a respeito de conceitos físicos e químicos envolvidos nas atividades propostas e avaliar em que medida os estudantes compreendem os conteúdos explorados nas atividades realizadas. Concomitantemente ao manuseio dos materiais disponibilizados aos alunos procurou-se envolvê-los na busca de respostas às questões propostas na elaboração de circuitos: simples, em série, em paralelo e misto. Esta experiência promoveu discussões entre alunos, licenciandos e professores experientes. Mostrou-se relevante o papel da experimentação no desenvolvimento da autonomia docente e na motivação dos alunos para a aprendizagem.

Palavras-chave: Ensino de Física. Sequência didática. Experimentação. Circuitos elétricos.

ABSTRACT

The manipulation of objects in an experimental activity aims to favor certain types of reasoning that can provide (from a process of mediation) the understanding, representation and use of scientific concepts. An experiment, as a pedagogical activity, provides moments of discussions and interventions that are indispensable to the teaching and learning process. From this perspective we have proposed and developed (within the framework of PIBID) a didactic sequence to: Identify the students' previous knowledge about electrical circuits; enable the manipulation of the materials used in an experimental activity; to trigger discussions about the physical and chemical concepts involved in the proposed activities and to evaluate the extent to which students understand the contents which were explored in the activities. Simultaneously with the handling of the materials that were made available to the students, we sought to involve them in the search for answers to the questions proposed in the elaboration of circuits: simple, in series, in parallel and mixed. This experience has fostered discussions among students, undergraduates and experienced teachers. The role of the experimentation in the development of the educational autonomy and in the students' motivation for the learning was proved to be relevant.

Keywords: Teaching Physics. Didactic sequence. Experimentation. Electric circuits.

Introdução

* Universidade Federal de São Carlos. E-mail: elainefurlan.ufscar@gmail.com

** Universidade Federal de São Carlos. E-mail: higorpaires@outlook.com

*** Universidade Federal de São Carlos. E-mail: mirinha05@hotmail.com

**** Universidade Federal de São Carlos. E-mail: pfaria88@gmail.com

O discurso a respeito da relevância e da necessidade de atividades experimentais, principalmente na educação básica, permeia as discussões científicas escolares por longa data. No entanto, torna-se necessário pensar um pouco mais além do desenvolvimento de um experimento como atividade pedagógica, discutindo os objetivos, as concepções e características de tais atividades.

Estudos discutem aspectos da experimentação por diversos pontos de vista; mas, em geral, com intenções semelhantes: contribuir para a discussão acadêmica e escolar de modo a melhorar a compreensão e o desenvolvimento das atividades e subsidiar as situações de ensino e aprendizagem.

Neste sentido, o trabalho de Giordan (1999) alerta para a não utilização da experimentação como um fim em si mesma e explora o papel da experimentação na construção do conhecimento científico e sua relevância nas práticas pedagógicas, com contribuições filosóficas, psicológicas e epistemológicas.

Gonçalves (2005) evidencia que, apesar da experimentação fazer parte do discurso sobre a educação de ciências há muito tempo, sua disseminação se projetou, principalmente no Brasil, a partir da década de 1960 com experimentos por descoberta e investigação apoiados na abordagem positivista.

O trabalho de Silva e Zanon (2000) focaliza aspectos centrais sobre o papel da experimentação na aprendizagem dos alunos, partindo do seguinte pressuposto:

(...) ter aulas experimentais não assegura, por si só, a promoção de aprendizagens significativas; não assegura, por si só, o estabelecimento de relações entre teoria e prática. Se as atividades práticas podem ajudar a aprender ciências, vale perguntar: que modalidade de experimentação é adequada para tal? Qual o papel dos experimentos no Ensino de Ciências? (SILVA e ZANON, 2000, p. 120)

Neste sentido, as autoras questionam a forma como a experimentação vem sendo desenvolvida na área de ciências a partir dos objetivos, das intencionalidades e o do papel do professor, de modo que as vivências não permaneçam apenas na forma de *experimentação pela experimentação*; argumentam que, de nada adianta realizar essas atividades se elas não propiciarem momentos de discussões e intervenções indispensáveis aos processos de ensinar e aprender. Além disso, destacam que alguns estudos vem alertando para uma visão de ciência neutra, elitista, cumulativa, empírica, a-histórica; enfim, apenas reproduzindo o conhecimento de forma passiva, sem atenção para as relações conceituais que proporcionem aprendizados significativos, relevantes e duradouros. Dessa forma, na opinião das autoras, o ensino experimental não tem cumprido seu papel específico, ou seja, o de “contribuir para a construção do conhecimento no nível teórico-conceitual e para a promoção das potencialidades humanas/sociais” (SILVA e ZANON, 2000, p. 134).

Com base no modelo apresentado por Mortimer, Machado e Romanelli (2000), Silva e Zanon (2000) propõem que as atividades experimentais articulem os seguintes aspectos: representacional/linguagem; teórico/modelo; prático/fenomenológico, numa relação dinâmica/dialética entre experimento e

teoria, entre pensamento e realidade. “Na dinâmica das interlocuções ocorrem linguagens e saberes ‘cotidianos diversificados’ e ‘científicos diversificados’ que são capazes de construir o *conhecimento escolar*”(SILVA e ZANON, 2000, p. 137)[Grifo no original].

Neste sentido, entende-se a importância de explorar atividades que privilegiem relações destacadas pelos estudos citados acima, entre outros, motivando a participação ativa dos estudantes para as discussões teóricas relativas aos resultados experimentais, mediadas pela intermediação essencial dos saberes disponibilizados e articulados pelo professor.

No âmbito das políticas públicas, ideias sobre contextualização e experimentação estão presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000) com enfoque investigativo, desdobrando discussões no âmbito da formação de professores no sentido da necessidade de promover, também, reflexões na formação inicial e na prática docente.

Neste sentido, compreende-se a necessidade de estimular, por meio do enfoque investigativo, alguns aspectos nos estudantes: comunicação e argumentação; confronto com questões problemáticas, compreendendo e buscando soluções; participação no convívio social atuando como cidadãos, fazendo escolhas, realizando proposições e promovendo a motivação para o conhecimento. Assim, o papel docente aparece como central.

A linha do trabalho aqui apresentado direciona a atenção para o papel da experimentação focalizando os alunos do ensino médio e sua participação ativa em atividades experimentais envolvendo a física e a química, de tal forma que compreendam determinados fenômenos em articulação com as questões teóricas, permitindo expressarem diferentes saberes quando incentivados por professores.

Especificamente para o ensino de física, espera-se que contribua para a “formação de uma culturacientífica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação”(BRASIL, 2000, p. 22). Isso significa promover um conhecimento contextualizado e integrado ao cotidiano dos alunos do ensino médio, considerando suas vivências e curiosidades focalizando, por exemplo, o funcionamento de equipamentos e procedimentos tecnológicos, como o que foi explorado neste trabalho, com a construção de circuitos elétricos.

Gonçalves (2005) ainda comenta a respeito da possibilidade de desenvolver atividades experimentais problematizadoras que se caracterizam por ao menos uma das seguintes características: formulação de perguntas a partir de conhecimentos prévios dos alunos, indicação de soluções prováveis, comprovações, compartilhamento e discussões de procedimentos e soluções. E ainda, discute a necessidade do professor ter como objetivo o incentivo à apropriação do conhecimento científico como atividade humana e social e, neste sentido, o trabalho em grupo certamente pode contribuir.

Nesta linha de raciocínio o presente trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de atividade experimental para o ensino de física, podendo ser explorada como material didático com enfoque interdisciplinar e na atividade em grupo, potencializando vivências e conhecimentos cotidianos dos alunos de uma escola pública de ensino médio na cidade de Araras/SP, no âmbito das atividades desenvolvidas pelo Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). Outro objetivo se refere à avaliação da importância da atividade experimental a partir de diálogo estabelecido com os participantes.

O PIBID/UFSCar tem como principal objetivo promover a inserção de futuros professores no ambiente escolar e proporcionar discussões acadêmicas, teóricas e da prática docente com professores experientes/supervisores, contando com o apoio do coordenador do projeto, um docente da universidade. Deste modo, busca-se a melhoria da formação inicial dos licenciandos, assim como, da formação continuada dos professores em exercício, na educação básica e no ensino superior. Por meio da interação, atividades são discutidas, planejadas, colocadas em prática e avaliadas a partir das demandas da escola e das necessidades formativas dos agentes envolvidos. O grupo do PIBID, focalizado aqui, é composto por licenciandos dos cursos de Ciências Biológicas, Química e Física da UFSCar/Araras, portanto, as atividades são realizadas com enfoque interdisciplinar, proporcionando discussões importantes para o ensino e a aprendizagem de conceitos científicos na escola.

As atividades realizadas por esse grupo na escola tiveram início em 2014 e foram estendidas para 2015 com uma proposta de o grupo atuante mapear as demandas da comunidade escolar, considerando o Currículo do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2012). Portanto, explorar a construção de materiais didáticos para circuitos elétricos foi pensada a partir de uma sequência didática que será apresentada a seguir.

Sequência didática

No ensino de física é importante considerar atividades que envolvam a manipulação por parte dos educandos, visto que o caráter mutável do material manipulativo é fundamental para o favorecimento do pensamento reflexivo de um estudante interessado em entender fenômenos que ocorrem na natureza. Os caminhos didáticos proporcionados por uma atividade deste alcance podem ser incertos, mas de todo modo sempre concordarão com relações físicas e matemáticas que podem ser elucidados a partir de discussões oriundas da manipulação de materiais diversos.

Contudo, entendemos que esperar resultados de aprendizagem, somente, pela observação de aspectos óbvios presentes na atividade experimental da física, por exemplo, é minimizar nossa visualização do que esta área de conhecimento é capaz de ensinar. A simples observação pode impor limites às possibilidades de contextualização de conteúdos. Entendemos que a manipulação de objetos numa atividade experimental tem por objetivo favorecer determinados tipos de raciocínio

que podem proporcionar (a partir de um processo de mediação) a compreensão, a representação e a utilização de conceitos científicos.

A sequência didática aqui apresentada foi elaborada após a realização de um planejamento de ensino visando o conteúdo previsto no material de apoio fornecido pelo Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2014) e na possibilidade de realizar juntamente com os alunos uma atividade de caráter experimental, indo além da proposta disponibilizada pelo material de apoio.

De acordo com o Currículo do Estado de São Paulo,

O conhecimento científico desenvolvido na escola média deve estar voltado para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com os instrumentos para compreender a realidade, intervir nela e dela participar. (SÃO PAULO, 2012, p.96).

Neste sentido, a sequência didática focalizou a apresentação e a discussão dos aspectos conceituais envolvidos na atividade experimental de modo que os alunos pudessem conhecer os componentes de um circuito elétrico e as grandezas e medidas associadas a ele; explorando, por exemplo, a estrutura elétrica presente nas residências, identificando materiais condutores e isolantes, dentre outros aspectos.

O intuito foi o de desenvolver uma sequência didática capaz de: identificar os conhecimentos prévios dos educandos a respeito de circuitos elétricos, desencadeando uma discussão teórica dos conceitos necessários para as etapas subsequentes; possibilitar a reflexão e a assimilação de conceitos físicos e químicos presentes na análise de circuitos elétricos; criar condições para que alunos pudessem manipular facilmente o material que estava sendo utilizado na atividade experimental; avaliar em que medida os estudantes haviam compreendido o conteúdo explorado nas atividades e se seriam capazes de ampliar o alcance dos conceitos apresentados para outras situações do cotidiano.

No contexto escolar há a compreensão de que é preciso dar significado ao ensino, contextualizando o momento da aprendizagem. De acordo com o Currículo:

Isso depende de um movimento contínuo de investigação e reflexão, a ser constantemente realimentado pelos resultados das ações realizadas. E, para isso, será indispensável estabelecer discussões sobre os diferentes entendimentos e experiências vivenciados a partir dessas novas propostas, desde possíveis interpretações, implicações e desdobramentos, até recursos, estratégias e meios necessários à sua instauração e desenvolvimento. (SÃO PAULO, 2012, p.97-98).

Diante disso, a sequência didática procurou promover a reflexão e a participação dos alunos em discussões teóricas e práticas de modo a favorecer a formação de indivíduos capazes de participar do processo de transformação da sociedade.

O *Cadernodo Professor* (SÃO PAULO, 2014), tem a intenção de apoiar o professor no planejamento das aulas, explorando a construção do saber e a

apropriação dos conteúdos das disciplinas, além de permitir uma avaliação constante. Assim, a sequência realizada focalizou a 3ª. série do ensino médio que, na Situação de Aprendizagem 3 do referido *Caderno*, aborda a análise de circuito elétrico procurando fazer com que os alunos reconheçam os componentes de um circuito elétrico e as grandezas associadas a ele, sendo possível estabelecer relações como o que observam nas residências habitadas por eles.

A partir disso, e considerando os objetivos do PIBID/UFSCar, que buscam abordar a interdisciplinaridade, a produção de materiais e recursos alternativos com inovações, auxiliando o processo formativo tanto dos licenciandos quanto dos professores experientes; buscou-se criar uma sequência didática que, dentre outros aspectos, explorou conceitos químicos envolvidos no fluxo de elétrons relacionando-os com as características dos materiais utilizados em uma massa condutora. Exploraram-se também conceitos sobre ligações químicas e condutividade elétrica. Além disso, foram abordados conceitos específicos para o ensino de física, notadamente aqueles envolvidos em circuitos elétricos. Assim, foi possível definir três etapas para a sequência didática, as quais serão detalhadas a seguir.

1ª) Etapa: aspectos teóricos

Inicialmente, tomamos precaução em considerar que seria importante realizar um momento inicial para discussão dos conhecimentos prévios trazidos pelos alunos, entendendo que mais à frente precisaríamos, minimamente, que os principais conceitos fundamentassem as atividades a serem realizadas, isto é, ideias de eletricidade, corrente elétrica, tensão, carga e resistência elétrica. Isso significa que não devemos subestimar os conhecimentos prévios trazidos pelos alunos. Ao contrário, podemos tomá-los como ponto de partida para a realização de discussões a respeito do conhecimento científico; o que representa um cuidado a mais com a realização de atividades de ensino na sala de aula, enxergando-a de maneira pluralizada.

Resgatamos conceitos físicos que já faziam parte, naquele momento, do rol de conhecimentos já ensinados pela professora daquela sala de aula e acompanhados pelos licenciandos ID (bolsistas de Iniciação à Docência) em momentos anteriores. Este primeiro contato possibilitou o resgate dos conceitos de corrente elétrica, condutor e resistência elétrica e elucidou aspectos envolvidos no desequilíbrio entre os polos de uma bateria. Este desequilíbrio existe em decorrência de uma diferença de quantidade de carga entre os polos; o que origina a tensão entre eles. E ainda, este primeiro contato, trouxe a possibilidade de caracterização de um circuito elétrico simples.

Além disso, foram explorados conceitos químicos a respeito da condução da eletricidade, a partir das propriedades dos materiais envolvidos na confecção do circuito.

2ª) Etapa: incitação à curiosidade e atividade prática

Curiosidade sempre foi o motor da descoberta e isso grandes personagens da história científica puderam vivenciar. Incitar a manipulação de um experimento, a fim de oferecer várias possibilidades de montagem, torna o material muito mais rico; para isso, os estudantes foram questionados a partir de duas perguntas: 1. Por que usamos metais para conduzir energia elétrica?; 2. Seria possível outros materiais, além de metais, conduzirem também a energia elétrica?

A primeira questão se inclina para o ato de duvidar, ação esta inerente a todo indivíduo interessado em entender a natureza. A segunda, por sua vez, implica em aumentar o leque de cogitações a respeito da condução de energia elétrica. Colocar em pauta estas duas questões se apresenta como algo preponderante para a continuidade da atividade.

A partir do contato com um vídeo do TED Talks, (*AnnMarie Thomas: Hands-on science with squishy circuits*, disponível em <https://www.ted.com/talks/annmarie_thomas_squishy_circuits>), foi possível pensar em uma atividade que garantisse o manuseio simples e seguro do material pelos estudantes (sem o uso de soldas, por exemplo).

Um dos materiais utilizados no experimento é uma massa condutora. Sua construção pode ser observada, em detalhes, no endereço: <http://squishycircuits.com/recipes/>. A massa condutora é produzida levando-se ao fogo (dentro de uma panela) uma mistura de 355mL de farinha de trigo, 237mL de água, 59mL de sal, 133mL de suco de limão, 15mL de óleo vegetal e corante. O manuseio destes ingredientes na panela faz com que a mistura perca umidade e, com o tempo, ela se solta do fundo. Em seguida a mistura é sovada em uma superfície enfarinhada até que seja obtida a consistência adequada ao uso.

Com o intuito de centrar a atenção dos estudantes nos conceitos envolvidos no experimento, foi disponibilizada a eles a massa condutora e outros materiais, os quais constituíram um kit composto por: três diodos emissores de luz (lâmpadas LED), duas pilhas conectadas em série por um porta-pilhas e a referida massa condutora. A construção do kit, incluindo o preparo da massa condutora foi explicado e discutido conceitualmente com os alunos, proporcionando condições para que os estudantes pudessem construir os circuitos que seriam utilizados na atividade em cada grupo.

Circuito simples

Antes da distribuição dos kits aos alunos, foi discutida a montagem de um circuito simples. A partir da discussão realizada construiu-se uma representação desta situação na lousa da sala de aula (Figura 1); os estudantes, então, iniciaram a montagem do circuito. Nesta primeira parte, vale considerar a entrega de apenas um dos LEDs aos estudantes, para que as discussões acontecessem gradativamente. A intenção era, portanto, supor a troca dos condutores pela massa condutora entregue e a validação da montagem poderia ser feita pela lâmpada LED que poderia acender ou não.

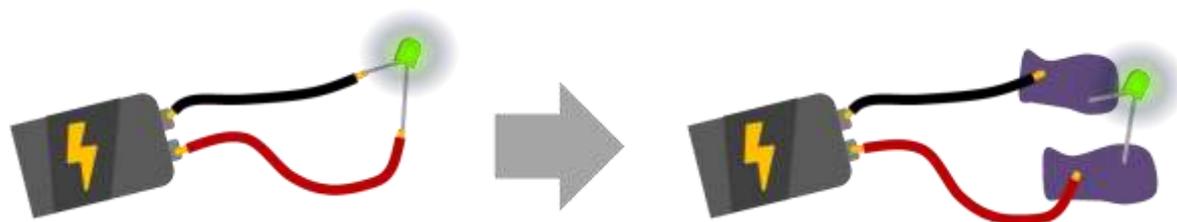


Figura 1. Adaptação de circuito simples para montagem utilizando a massa condutora

Cabem a este primeiro momento algumas explicações. Com as possibilidades de montagem, é possível nesta fase encontrarmos algumas variações de construção que não condizem com o desenho representado na lousa e é extremamente relevante colocá-las em pauta para promover uma discussão. Os alunos podem conectar os LEDs invertidos (que por serem polarizados não funcionarão), assim como, podem provocar um curto circuito com as massas e fazer com que as pequenas lâmpadas não sejam acesas. De todo modo, a riqueza da manipulação destes materiais provém do entendimento coletivo do que acontece no momento da realização do experimento; relacionar a corrente, isto é, o fluxo ordenado de elétrons, a resistência elétrica e a diferença de quantidade de cargas entre os dois polos da bateria, com o caminho pelo qual a energia passa, permitindo explicar os efeitos dos possíveis erros cometidos na montagem e manipulação dos materiais utilizados neste experimento. Por exemplo, pelo fato de que há o desequilíbrio entre os polos, a corrente tende ser a ação equilibradora do sistema e, então, ela caminhará sempre do mesmo polo para o outro. Propriamente para estas montagens, os LEDs de corrente contínua são produzidos de tal forma que funcionam apenas em um sentido. Neste momento é importante também a compreensão do seguinte fato: fazer contato entre as duas porções de massa condutora provoca o que chamamos de curto-circuito, pelo fato de que a eletricidade procura o caminho de menor resistência.

Conexão em série

Para a realização do circuito em série foi entregue mais um LED aos estudantes. A partir disso, foi realizada, na lousa, a representação do novo circuito com a inclusão deste novo componente (LED), conforme figura 2. Assim, questionou-se a possibilidade de conectar os dois LEDs seguidos, e então o bolsista ID (bolsista condutor da atividade) denominou aquela configuração como um circuito em série, possibilitando a construção do esquema com as materiais que os alunos tinham em mãos.

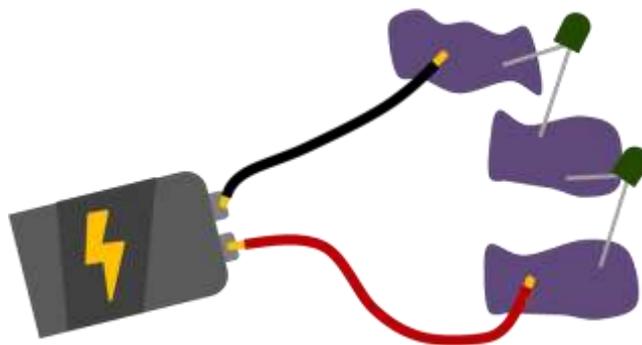


Figura 2. Conexão em série

Novamente, devemos nos atentar aos problemas que podem ser encontrados. Será, mais uma vez, possível que os alunos conectem os LEDs ao contrário, assim como, poderão produzir curtos-circuitos, fazer contatos não tão efetivos entre as partes ou, ainda, descobrir que, mesmo com o circuito montado corretamente, os LEDs não acendem, simplesmente. Esta última possibilidade (não acender) pode ocorrer em decorrência das cargas não serem suficientes para gerar uma tensão capaz de acender os LEDs. Essa situação pode ser ocasionada, por exemplo, por pilhas com carga incompleta. Assim, torna-se fundamental explicitar, neste momento, a questão do potencial que precisa ser vencido. Ora, se as conexões estão corretas, assim como mostra a figura 2, que estava representada na lousa, e mesmo assim os LEDs não acendem, é porque há algo de errado com os componentes utilizados. Os alunos, então, devem entender que a tensão ali não é suficiente para acender as duas lâmpadas; portanto, provavelmente há problemas com as pilhas, pois a corrente é a mesma que passa por todos os componentes, mas a tensão que faz com que o fluxo de elétrons caminhe, não é suficiente para fazer com que esses elétrons passem pelos LEDs. Para comprovar isso, isto é, que os problemas não estão nos LEDs e nem na massa condutora, sugere-se então a construção do próximo circuito.

Conexão em paralelo

Voltando à representação desta situação na lousa, sugere-se aos alunos refletir a respeito da construção de outra conexão utilizando dois LEDs. Houve a liberdade de manipulação dos materiais por parte dos participantes dos grupos mas, ocorreu uma discussão a respeito dos aspectos teóricos envolvidos no circuito em paralelo, de modo que os alunos chegassem ao que está representado na Figura 3:

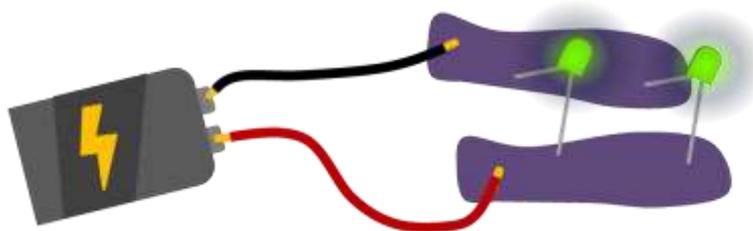


Figura 3. Conexão em paralelo

A sequência didática permitiu considerar que se, após algum tempo, os alunos não conseguirem chegar à conexão esperada, é viável questioná-los sobre, por exemplo, como ocorre a construção de um pisca-pisca de natal. Tanto no experimento a ser realizado, quanto no pisca-pisca de natal uma lâmpada queimada não implica necessariamente que as demais lâmpadas se apaguem; o que possibilita a discussão a respeito da conexão em paralelo, em série e mista. Nesse sentido, é possível, num experimento deste tipo, que algum estudante comente sobre uma das lâmpadas, uma única delas, ser indispensável para que as demais permaneçam acesas; o que traz a ideia de uma conexão mista ou em série. Vale, neste ponto, redesenhar o circuito para uma conexão em paralelo e fazer também um esquema à parte explicitando o funcionamento do circuito do pisca-pisca com conexão mista, o que permite despertar o interesse e valorizar a percepção dos alunos; embora os conceitos de conexão mista possam ser aprofundados em momento posterior.

Após a montagem do circuito é muito valioso ressaltar algo sobre a corrente: nesta conexão, a quantidade de elétrons se divide, e por isso a luz é um pouco mais fraca. Cabe aqui também comentar sobre a tensão e sua ação frente a um nó do circuito, isto é, frente à uma bifurcação do caminho de passagem de energia elétrica. No caso de um nó em um circuito, a tensão continua com o mesmo valor; diferentemente da corrente que se divide inversamente proporcional às resistências encontradas em cada caminho.

Conexão mista

Com a entrega de mais uma lâmpada foi solicitado aos estudantes a construção de uma nova conexão (considerando as conexões e as discussões conceituais anteriormente estabelecidas) de tal modo que ocorresse a junção das conexões já realizadas (em série e em paralelo) conforme o esquema representado na Figura 4:

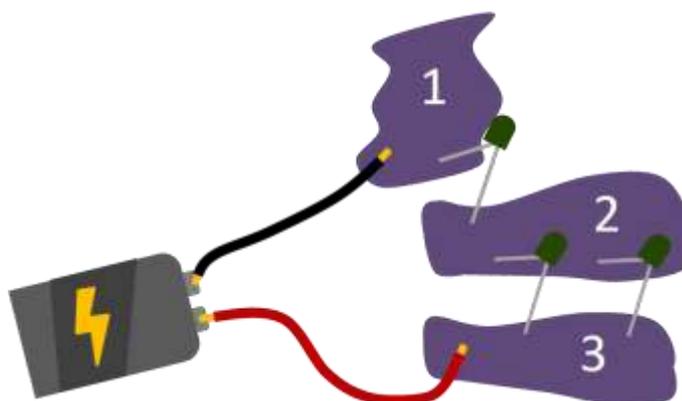


Figura 4. Conexão mista

Neste momento da atividade, esperava-se que os alunos identificassem os problemas encontrados, ou que enxergassem os erros com o auxílio do orientador da atividade (bolsista ID) no decorrer de sua execução. A sequência prevê que os estudantes consigam perceber, mesmo sem acender, que as conexões estão corretas; basta que provoquem curtos-circuitos entre as massas 1 e 2 e também entre as massas 2 e 3 (Figura 4) para que vejam o funcionamento de cada um dos LEDs,

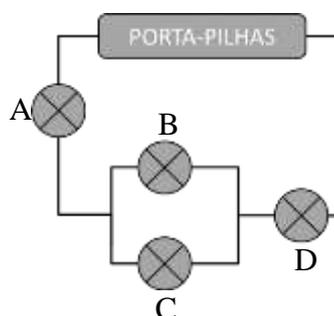
retomando os conceitos de circuito em série e em paralelo. Assim, evidenciam-se as características do circuito misto e as consequências esperadas ao se retirar um dos diodos (LEDs) ou provocar um curto-circuito. É possível também, de forma complementar, aumentar a diferença de potencial com o uso de mais pilhas para que os estudantes possam observar, de fato, os LEDs acenderem.

3ª) Etapa: avaliação da atividade

Como planejado, chega-se então na parte avaliativa, seguindo o último norte de intenções para a atividade. Para isto, uma lista de cinco exercícios contemplou tanto o que ocorreu nas atividades quanto a contextualização dos conceitos abordados, pois afinal o que seria para os estudantes senão utilizar no dia-a-dia (ou visualizar na natureza) os conhecimentos apreendidos? Assim, foram colocadas as seguintes perguntas:

I. O que faz com que exista uma corrente elétrica dentro de um circuito?

II. Quantas pilhas de 1,5 V (volts) precisariam ser conectadas no porta-pilhas do esquema abaixo para que o circuito funcione (considerando os mesmos LEDs utilizados na atividade e supondo a condição ideal da carga de um LED para uma pilha)?¹



III. (ENEM - 2015 - Adaptado) Um estudante, precisando instalar um computador, um monitor e uma lâmpada em seu quarto, verificou que precisaria fazer a instalação de duas tomadas e um interruptor na rede elétrica. “O circuito deve ser tal que as tomadas e a lâmpada devem estar submetidas à tensão nominal da rede elétrica e a lâmpada deve poder ser ligada ou desligada por um interruptor sem afetar os outros dispositivos” - pensou. Como deve ser o circuito?

IV. Explique o que é um curto-circuito, a partir das atividades desenvolvidas na sequência didática.

¹Apesar da possibilidade de conexão em paralelo das cargas, neste caso o porta-pilhas disponibilizado no kit que os alunos utilizaram, não havia condições de montagem em paralelo; portanto, ficou direcionado para a montagem em série no porta-pilhas. O que foi relacionado com a figura apresentada neste exercício

V. Como deve ser o circuito interno de um *tê* (multiplicador de tomadas), também chamado de *benjamin*?

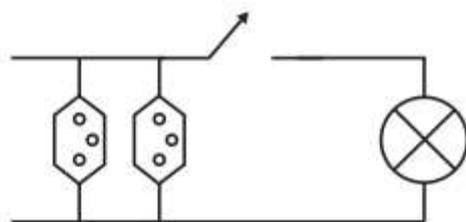
Estas perguntas foram escritas no quadro. Em seguida ocorreu uma discussão com os estudantes. Após a discussão eles fizeram o registro das respostas às questões propostas. Posteriormente, os bolsistas ID promoveram um diálogo com os estudantes a respeito do teor das respostas registradas por eles.

As correções das respostas registradas pelos estudantes foram feitas pelos bolsistas ID, considerando mais do que as palavras escritas pelos alunos; ou seja, a correção não se pautou apenas no registro escrito, mas levou em consideração o nível de profundidade conceitual observada no momento da realização do experimento. A professora da disciplina acompanhou a atividade e se propôs a utilizar os resultados obtidos pelos alunos como parte avaliativa do semestre.

Com relação à primeira pergunta, o objetivo era que os estudantes compreendessem que existe diferença de potencial entre os polos, isto é, os dois lados da bateria. (*Vale ressaltar que, na natureza, as “coisas” tendem a buscar equilíbrio; por isso, a corrente ocorre como forma de equilibrar a quantidade de elétrons entre os dois pontos*). De modo geral, o diálogo estabelecido com os alunos permitiu observar que eles buscaram explicar a relação da tensão com a corrente elétrica. Embora as explicações tenham sido iniciais, elas indicaram compreensão a respeito da busca de equilíbrio com relação à quantidade de elétrons entre dois pontos.

A resposta correta à segunda pergunta é três pilhas; o que implica no entendimento do conceito de circuito em paralelo representado por meio da conexão entre as lâmpadas B e C, considerando a relação previamente estabelecida sobre o porta-pilhas permitir apenas conexões em série. As respostas dos alunos, neste caso, estavam pautadas no comportamento da tensão frente ao nó e sobre a quantidade de LEDs, quando organizados de forma seriada em um circuito, portanto, consideramos as respostas satisfatórias.

Com relação à terceira pergunta o objetivo era que os estudantes representassem o circuito da seguinte maneira:



Neste ponto, foi possível avaliar as considerações dos estudantes para uma situação real, ou seja, uma situação possível de acontecer no cotidiano. Consideramos correta a representação feita por eles na maioria dos casos; embora em quase todos a representação das duas tomadas tenha sido simplificada e esquematizada como somente “tomadas” em um trecho do circuito. Embora não apresentasse rigor ou detalhamento conceitual em relação a

representação esperada (tomadas em paralelo), a conexão mais ampla (circuito geral) foi representada corretamente.

O objetivo da quarta pergunta era que o aluno relacionasse as possibilidades de ocorrência de curto-circuito nas atividades desenvolvidas, considerando as discussões realizadas, no sentido de que curto-circuito possa ocorrer no contato entre os polos de uma fonte sem a presença de um LED ou lâmpada. Curto-circuito acontece quando há o contato direto entre os pólos de uma fonte; por ser o caminho de menor resistência a energia tende a fazê-lo, ignorando o resto do circuito.

As respostas resgataram situações oriundas da exposição dialogada sobre o conceito de curto-circuito durante o desenvolvimento da atividade, embora tenham evidenciado dificuldades dos estudantes em expressar os conceitos formalmente por escrito.

Com relação à última pergunta a expectativa era que os estudantes relacionassem o circuito interno de um *tê* com o conceito de nó, pois o circuito de um *benjamin* é feito em paralelo. Sabendo que a tensão frente a um nó não diminui, pode-se pensar em um fato usual: conectar vários aparelhos com um *tê* numa tomada que é alimentada por 110 V é ter três aparelhos recebendo 110V.

Novamente, os estudantes foram levados a pensar na funcionalidade de algum conceito no dia a dia: identificar que tipo de conexão é feita em um multiplicador de tomadas, dadas as conexões vistas na atividade. O resultado desta pergunta foi positivo, considerando que ela promoveu uma contextualização e abriu uma longa discussão, com a curiosidade aguçada dos estudantes, a respeito dos mais diversos aparelhos e seus devidos funcionamentos.

Resultados e discussões

A atividade foi, sem dúvida, muito enriquecedora. Tanto para os alunos do ensino médio, que se puseram a questionar sobre outros pontos desencadeados pelas discussões, buscando relacionar o conteúdo com questões cotidianas, como também para os licenciandos que puderam explorar significativamente as possibilidades educativas que um simples kit constituído por materiais com caráter manipulativo pode proporcionar à construção de um recurso didático, elaborado junto com os alunos. Além disso, para a professora da disciplina de física, que acompanhou a atividade, foi importante participar de uma atividade experimental inovadora, envolvendo um trabalho coletivo, a partir da proposta curricular orientadora do trabalho em sala de aula, mas que permite a autonomia docente na realização do trabalho em grupo de modo interdisciplinar e contextualizado.

Um aspecto importante e que se mostrou valioso e necessário, neste caso, foi a possibilidade de errar e refletir a respeito do erro cometido. Se caso os alunos tivessem conseguido acender todas as lâmpadas que compunham o sistema, provavelmente não teriam se questionado, de fato, sobre o funcionamento do circuito. Se acendessem todas as lâmpadas provavelmente não haveria motivos para tentar entender a possibilidade do experimento não funcionar, pois isso não motivava questionamentos. O que era desconhecido até então era o fato de um LED não se

iluminar. Esse fato promoveu a participação dos estudantes, os quais realizaram discussão de cunho teórico e prático a respeito dos conceitos envolvidos na atividade. Com isso vislumbramos possibilidades concretas para a assimilação de conceitos a partir da realização desta atividade experimental, potencializando o papel do condutor, mediador ou orientador da atividade realizada, neste caso, pelo licenciando ID e do processo intencional da atividade.

Neste sentido, para os futuros professores foi importante a vivência da possibilidade e da necessidade de discutir, planejar e ousar junto com professores experientes. Foi preponderante para a atividade de ensino a possibilidade de promover debates conceituais e alternativos a respeito de como conduzir as discussões, as possibilidades, as tentativas, os acertos ou erros, buscando explorar formas diferentes de conduzir e mediar uma atividade experimental, de tal modo que os estudantes do ensino médio fossem protagonistas da atividade de aprendizagem. Foram vivenciadas situações que permitiram aos licenciandos interagir entre pares, com professores experientes e com os alunos, contribuindo para a construção do conhecimento no nível teórico-conceitual e para a promoção das potencialidades humanas/sociais, conforme apontado por Silva e Zanon (2000) como uma perspectiva fértil.

Contudo, na etapa avaliativa, o registro escrito mostrou-se não suficiente para revelar o efetivo conhecimento dos alunos a respeito dos conceitos físicos envolvidos no experimento e sua contextualização. Isso ocorreu porque muitas informações foram ditas por eles e não registradas em papel. Se os alunos chegam ao ponto de dizerem que o circuito está correto mesmo sem vê-lo acender, é porque realmente eles possuem compreensão sobre os conceitos envolvidos ali. Não precisou que as lâmpadas irradiassem para que validassem o sistema, assim como foi feito no primeiro circuito. Assim, compreende-se a necessidade de estimular a comunicação e argumentação, a compreensão e a busca por soluções, promovendo a motivação para o conhecimento, conforme foi conduzido por meio do diálogo no desenvolvimento da atividade.

Esta experiência propiciou discutir os objetivos, as concepções e as características das atividades envolvidas na sequência didática e na produção do recurso didático, de modo a promover discussões antes, durante e depois (entre licenciandos e professores experientes) acerca do papel da experimentação. E ainda, esta experiência revelou a importância da autonomia docente em desenvolver seu próprio material, motivando os alunos da educação básica para o interesse e a aprendizagem de conhecimentos da área de ciências, assim como, a formação inicial e continuada de professores.

A realização da atividade demonstrou-se rica. É esta experiência que pautará a elaboração de outras vindouras pela equipe do PIBID, juntamente com os estudantes e professores da escola, as quais certamente não deixarão de lado o caráter experimental e a incitação à curiosidade, pontos fundamentais para se descobrir e aprofundar conhecimentos de física e da área de ciências, de modo geral.

Espera-se que esta sequência didática seja apreciada por outros educadores ou que, pelo menos, reconheçam o precioso papel da experimentação no ensino de ciências nas escolas de educação básica a partir dos objetivos, intencionalidades e o papel do professor, de modo que as vivências estimulem uma relação dinâmica entre experimento e teoria, pensamento e realidade.

Além disso, espera-se que esta atividade contribua para as discussões sobre a formação e o papel dos professores, com possibilidades para inovações, explorando propostas de caráter interdisciplinar, experimental, com potencialidades para discutir o conhecimento científico e promover a formação de um cidadão atuante.

Considerações finais

Para a elaboração da sequência didática foram tomados como referência aspectos teóricos relacionados ao uso de experimentos no ensino. Entre os autores que se dedicam a esta temática destacamos o trabalho realizado por Carvalho, et al. (1998) que propõe o uso de experimentos como forma de levantar questões que ajudem o estudante a construir o conhecimento contrapondo-se então a outras formas do uso de experimentos; qual seja: apenas para observar um fato ou manipular equipamentos. Diferente disso, o experimento deve dar oportunidade para que os estudantes levantem suas próprias hipóteses e tenham possibilidades de testá-las.

Desta forma, criam-se condições para que as ideias sejam discutidas com o grupo em sala de aula, possibilitando aos estudantes a compreensão dos conceitos científicos envolvidos na solução do problema proposto.

Utilizar experimentos como ponto de partida, para desenvolver a compreensão de conceitos, é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ ou interações (CARVALHO et al., 1998, p.42).

Partindo do pressuposto de que o ensino de física pode ser pautado na organização de material experimental com participação dos estudantes na resolução de problemas, é necessário que o professor escolha as questões ou fenômenos que permitam a compreensão de conceitos. Além disso é preciso que o professor tenha clareza de que os conhecimentos que os estudantes trazem para a sala de aula pode ser o ponto de partida para o trabalho que se pretende desenvolver. Segundo Carvalho et al. (1998, p. 14) “Esses conhecimentos foram construídos durante sua vida através de interações com o meio físico e social e na procura de suas explicações do mundo”. Ao valorizar e problematizar os conhecimentos trazidos pelos estudantes para o ambiente escolar, o professor gera interlocução e cria situações ricas e efetivas para a experimentação, a interdisciplinaridade e o ensino de física.

Os autores Araújo e Abib (2003) também se dedicaram aos aspectos teóricos relacionados ao uso da experimentação no ensino de física. Para tanto, eles selecionam 106 artigos publicados entre 1992 a 2001 em dois periódicos da área de

ensino de física. Neste estudo eles apontam as principais características das tendências para o uso da experimentação explicitando seus elementos constitutivos de modo a contribuir para uma melhoria na compreensão das diferentes formas de utilização da experimentação no ensino médio, denominadas de demonstração, verificação ou investigação. Esse estudo nos esclarece que, independentemente da modalidade teórica adotada, nas diferentes abordagens há um consenso de que o uso das atividades experimentais proporciona a participação ativa dos estudantes, despertando a curiosidade e o interesse, o que pode favorecer a aprendizagem. Além disso, estas atividades propiciam um ambiente motivador, agradável, estimulante e rico em situações novas e desafiadoras.

Higa e Oliveira (2012) também analisaram 14 artigos tendo como referência a concepção de que a experimentação está inserida em um contexto educacional; o estudo desenvolvido permitiu a eles delinear um panorama dos enfoques epistemológicos e pedagógicos que predominam nas investigações publicadas na última década. Entre os artigos analisados, 7 (sete) enfatizam elementos investigativos no desenvolvimento das atividades práticas, portanto, há conclusões de que as atividades experimentais já não são predominantemente demonstrativas e totalmente centradas no professor.

Isso reforça a nossa convicção de que o uso de experimentos no ensino de física pode resgatar a potencialidade investigativa de cada estudante, pois possibilita ao professor propor questionamentos e reflexões. Esse aspecto também contribui para que os estudantes deixem a condição de meros ouvintes e acomodados diante da exposição do professor.

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**, Cidade, v.25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 2000.

CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A.I.; BARROS, M.A.; GONÇALVES, M.E.R.; REY, R.C. **Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola – Experimentação e Ensino de Ciências**, n. 10, p. 43-49, nov. 1999.

GONÇALVES, F. P. **O texto de experimentação na educação em Química: discursos pedagógicos e epistemológicos**. 2005. 168f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Programa de Pós-Graduação em Educação científica e tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

HIGA, I.; OLIVEIRA, O. B. **A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos.** Curitiba: UFPR, 2012. p. 75-92.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L.I.A. A proposta curricular de Química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 273-283, mar./abr. 2000.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias.** Secretaria da Educação; Coordenação Geral, Maria Inês Fini; Coordenação de Área, Luis Carlos de Menezes. 1ª Edição. São Paulo: SE, 2012, 152p.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. **Material de Apoio ao currículo do Estado de São Paulo: caderno do professor; física, ensino médio, 3ª série/Secretaria da Educação: coordenação geral, Maria Inês Fini; equipe, Estevam Rouxinol, Guilherme Brockington, Ivã Gurgel, Luís Paulo de Carvalho Piassi, Marcelo de Carvalho Bonetti, Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira, Maxwell Roger da Purificação Siqueira, Yassuko Hosoume.** São Paulo: SE, 2014. v. 1, 112 p.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M.R.(orgs.). **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens.** Campinas, R. Vieira Gráfica e Editora LTDA, 2000. p. 120 – 153.

Agradecimentos

João Teles e Jacqueline Eduarda de Godoy

Recebido em 30/05/2017.

Aprovado em 09/08/2017.