

# **Contribuições de uma Sequência Didática com Uso de um Experimento Remoto para o Ensino de Física**

## **Contributions of a Didactic Sequence Using a Remote Experiment to Physics Teaching**

**Dayane Carvalho Cardoso**

Universidade Federal de Uberlândia  
dayane\_carvalho@yahoo.com.br

**Eduardo Kojy Takahashi**

Universidade Federal de Uberlândia  
ektakahashi@gmail.com

### **Resumo**

Este trabalho apresenta a análise da aplicação de uma sequência didática com uso do experimento remoto para a determinação da razão carga-massa do elétron, para estudantes do ensino médio. A atividade experimental possibilitou a abordagem do tema Eletromagnetismo de uma forma diferenciada e os resultados apontam contribuições para a promoção de uma nova relação educacional professor-estudante, para o estabelecimento de relações teórico-práticas significativas ao estudante (especialmente no tocante à representação esquemática de circuitos, dispositivos e equipamentos elétricos e suas formas reais), para a minimização da apatia do estudante em sala de aula, para a extensão do tempo e do espaço de aprendizagem para além do tempo e do espaço da sala de aula e para a possibilidade de ganhos de aprendizagens tanto pelo professor, quanto pelo estudante. São discutidos alguns fatores que afetam negativamente na implementação da sequência didática, assim como possíveis maneiras de contorná-los.

**Palavras chave:** experimentação remota, sequência didática, eletromagnetismo

### **Abstract**

This work presents the analysis of the application of a didactic sequence using the remote experiment for the determination of the charge-to-mass ratio of the electron, for high school students. The experimental activity made a new approach to teaching electromagnetism possible and the results point out contributions to the promotion of a new teacher-student relationship, to the establishment of a relationship between theory and practice meaningful to the student (especially regarding to the schematic representation of electrical circuits, devices and equipment and their actual forms), to the minimization of student apathy in classroom, to the extension of learning time and learning space beyond the time and space of the classroom and to the learning gains for both teacher and student. Some factors that negatively affect the implementation of this didactic sequence are discussed, as well as possible ways to circumvent them.

**Key words:** remote experimentation, didactic sequence, electromagnetism

## Introdução

Dentre as diversas pesquisas desenvolvidas na área da Educação, que apontam potenciais recursos para o processo de ensino e aprendizagem, os Laboratórios de Experimentação Remota (ou WebLabs) surgem como algo novo e promissor, com tendência a se tornarem instrumentos muito eficientes para compartilhar experimentos (MENDES; FIALHO, 2005).

O Laboratório de Experimentação Remota é uma aplicação educacional que permite aos estudantes buscar informações no mundo real (o experimento remoto) a partir de um computador com acesso à internet (SCHUHMACHER et al., 2004). Dessa forma, por meio de um dispositivo conectado à internet, o usuário pode enviar comandos a um servidor conectado ao experimento real, que serão transformados em ações no experimento, com o objetivo de coletar dados.

Porém, a experimentação remota ainda é um campo novo e pouco explorado no ensino de ciências no Brasil, carecendo de propostas metodológicas adequadas para um eficiente uso desse recurso didático.

Além disso, a concepção tradicional de ensino experimental geralmente prioriza a realização do experimento na forma do cumprimento de uma série de passos previamente elaborados pelo professor ou especialista (FERREIRA; HARTWIG; OLIVEIRA, 2010). Naquele tipo de abordagem o estudante participa das etapas da experimentação de uma forma mecânica sem, por exemplo, questionar, argumentar, propor um roteiro experimental, levantar e testar hipóteses ou explorar o próprio aparato experimental.

Visando contribuir para um ensino experimental na educação básica mais próximo do desenvolvimento científico e tecnológico contemporâneo, foi desenvolvido um experimento remoto para a determinação da razão carga/massa do elétron, tal como idealizado por Joseph John Thomson por ocasião da descoberta do elétron e proposta uma sequência didática para a utilização desse experimento de uma forma integrada ao currículo escolar.

Como a disponibilização de um experimento real à distância não garante, por si só, uma contribuição efetiva ao processo de ensino-aprendizagem, a sequência didática foi construída com base em um ensino investigativo (AZEVEDO, 2004). Todos os elementos relevantes da metodologia estão incorporados em um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) que pode ser livremente acessado por professores e estudantes a partir de um computador, celular ou tablete conectado à internet.

De acordo com Andersson e Bach (2004), uma das etapas importantes no desenvolvimento de uma sequência didática é a fase de testes. A fase de testes é a aplicação dessa sequência em condições escolares regulares e a avaliação dessa aplicação. Após essa etapa, deve ser feita uma revisão do projeto original e os resultados objetivos na aplicação deverão servir para produzir alterações na sequência. Esse processo pode ser repetido várias vezes (ANDERSSON; BACH, 2004).

Nesse contexto, realizamos a aplicação da sequência didática aqui proposta a uma turma do 3º ano do ensino médio de uma escola pública do município de Uberaba-MG, em conjunto com o professor. A aplicação se estendeu a 11 aulas não consecutivas no período de abril a junho de 2014 e conforme o cumprimento dos pré-requisitos relacionados ao conteúdo. Havia, em média, 12 estudantes participando das aulas.

Procuramos, então, responder a seguinte questão: Quais foram as contribuições da sequência didática que utiliza o experimento remoto para a determinação da razão carga-massa do elétron para o ensino de eletromagnetismo na Educação Básica?

## A Sequência Didática com o Uso do Experimento Remoto para a Determinação da Razão Carga-Massa do Elétron

As etapas da sequência didática proposta, relacionadas ao ensino investigativo e com o uso do experimento remoto para a determinação da razão carga-massa do elétron estão apresentadas na Figura 1.

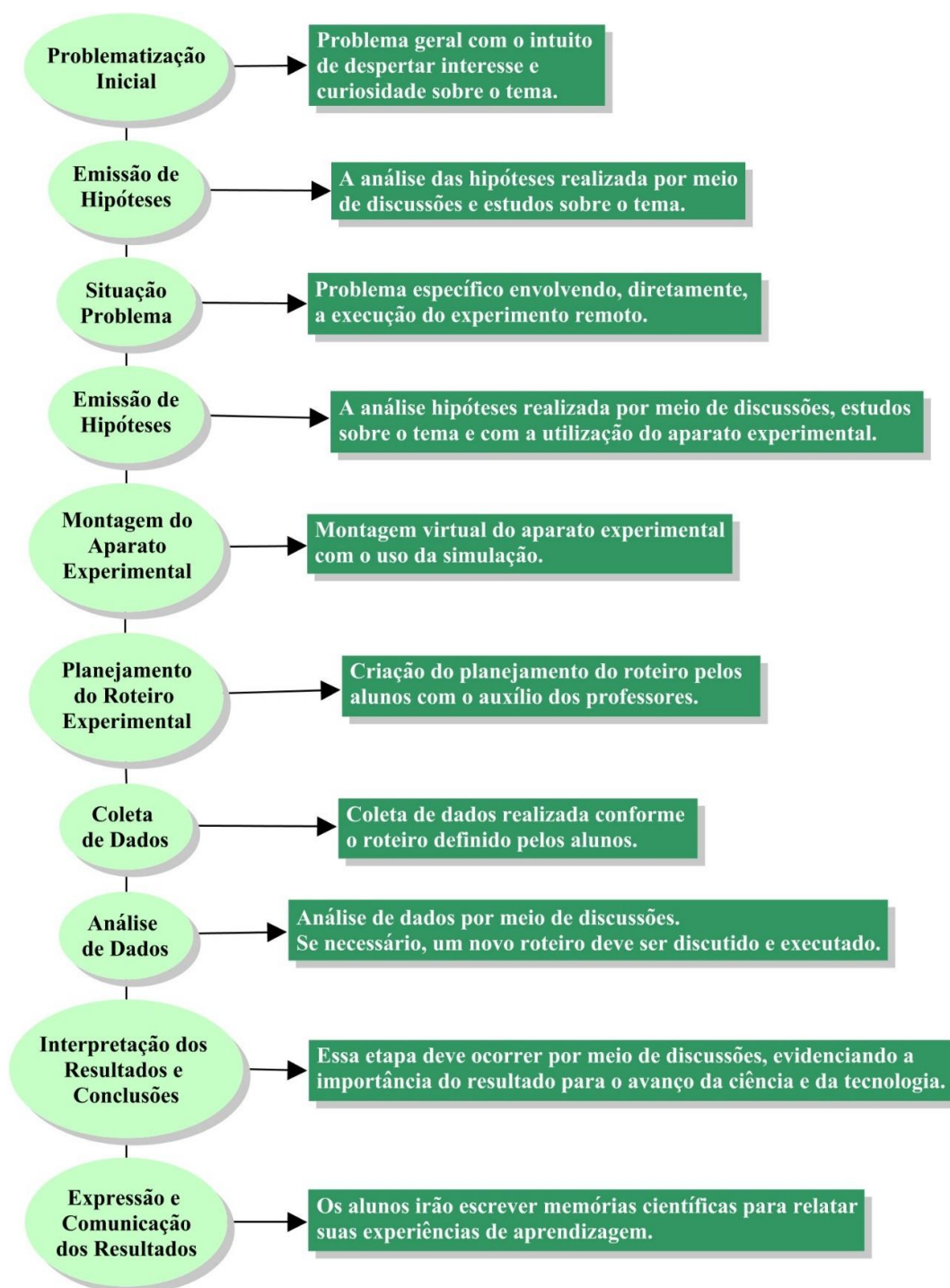


Figura 1: Etapas da sequência didática proposta com base no ensino por investigação.

A aplicação da sequência didática foi dividida em duas etapas:

▪ a primeira, com a intenção de despertar o interesse do estudante pelo tema de estudo e levá-lo a perceber a necessidade de se obter conhecimentos científicos. Essa etapa possui aspectos do ensino por investigação, pois se iniciou com uma problematização contextualizada envolvendo o cotidiano do estudante, permitiu o levantamento de hipóteses, a realização de debates e reflexões e incentivou o desenvolvimento da autonomia do estudante com o direcionamento da busca do conhecimento por meio de atividades.

▪ a segunda, voltada à realização da atividade experimental remota com uma abordagem diferente da tradicional, sem roteiro predeterminado, com aspectos de uma investigação científica, favorecendo a aprendizagem pela e com a realização da experiência e, também, estimulando a compreensão dos dispositivos experimentais e a montagem do aparato experimental. Essa parte tem por base o ensino de práticas por investigação, utilizando como ponto de partida outra problematização e permite: o levantamento de hipóteses, a realização de debates e reflexão; a elaboração do roteiro experimental com debates entre professor e estudantes; a montagem virtual do aparato experimental com reflexões e debates sobre os dispositivos e suas conexões; a coleta e análise de dados com debates sobre a relevância desses procedimentos e a elaboração de uma conclusão, com reflexão acerca dos resultados para a sociedade e para a inovação tecnológica.

Para analisar a contribuição da sequência didática foram delineados alguns objetivos educacionais (Quadro 1), os quais foram estipulados conforme os objetivos de um ensino por investigação (AZEVEDO, 2004) e com base na Taxonomia de Bloom (FERRAZ; BELHOT, 2010), considerando os domínios cognitivo, afetivo e psicomotor e levando em consideração os objetivos de uma abordagem investigativa com relação à aprendizagem de conceitos, atitudes e procedimentos.

<b>Objetivos Educacionais</b>
Despertar interesse do estudante pelo tema
Desenvolver a atitude de buscar informações e/ou conhecimento
Desenvolver a postura crítica
Desenvolver a postura de argumentar
Desenvolver a postura de comunicar
Desenvolver a habilidade em formular hipóteses
Desenvolver a observação e busca de compreensão do fenômeno e do aparato experimental
Despertar a curiosidade do estudante
Planejar o roteiro experimental
Montar o aparato experimental
Manipular, obter e analisar dados experimentais
Entender a relação entre uma descoberta científica e as condições históricas que viabilizaram a sua descoberta
Compreender a Física envolvida no equipamento experimental

Quadro 01: objetivos de aprendizagem definidos para essa sequência didática.

## **Resultados e Análise da Sequência Didática**

As aulas foram ministradas no laboratório de informática da escola e como a ideia era a extensão do tempo e do espaço de aprendizagem para além do tempo e do espaço da sala de aula, foram propostas diversas atividades extra sala de aula. A consideração da necessidade de se ampliar esse tempo de aprendizagem teve por base a analogia com a aprendizagem de outras competências ou habilidades humanas, como falar uma língua estrangeira, tocar um instrumento musical, desenhar, jogar etc. que exigem reflexões e exercícios complementares àqueles que ocorrem durante o contato inicial com o novo conteúdo de aprendizagem. Nesse sentido, as atividades extra sala de aula foram postadas no AVA e, em diversas ocasiões, foi

solicitada aos estudantes a sua realização.

A seguir, apresentamos e analisamos os aspectos mais relevantes observados durante a aplicação da sequência didática. A análise é apresentada conforme os objetivos apresentados no Quadro 1 que foram estabelecidos de acordo com o ensino por investigação (AZEVEDO, 2004) e com base na Taxonomia de Bloom (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Em relação à estrutura tecnológica da escola, embora o laboratório de informática fosse bem equipado, os computadores não possuíam caixas de som, o que inviabilizou que cada estudante assistisse aos vídeos disponibilizados no AVA e que abordavam a presença da tecnologia digital na vida contemporânea, a história do magnetismo e o conceito de campo magnético. Diante dessa limitação, esses vídeos foram projetados pelo professor para toda a sala.

A tentativa de aproveitar a cultura digital dos estudantes pelo uso do Facebook como recurso para disponibilizar informações, material didático e solucionar dúvidas extra sala de aula não funcionou adequadamente, uma vez que os acessos ao grupo criado nessa rede social foram escassos. Assim, não foram satisfatórias as tentativas de trabalhar os objetivos de “Desenvolver a atitude de buscar informações e/ou conhecimento”, “Desenvolver a postura de argumentar” e “Desenvolver a postura de comunicar” com uso desse recurso tecnológico.

Os objetivos de “Despertar interesse do estudante pelo tema”, “Desenvolver a postura crítica”, “Despertar a curiosidade do estudante” e “Entender a relação entre uma descoberta científica e as condições históricas que viabilizaram a sua descoberta” evidenciaram-se na terceira aula, durante o debate promovido pelo professor sobre alguns fatos históricos que estão dispostos no AVA e que se referem às contribuições científicas e tecnológicas para a descoberta do elétron. Nessa aula, a Estudante 4, por exemplo, questionou se os estudos que levaram à descoberta do elétron tinham sido realizados antes ou depois da descoberta da eletricidade, pois muitas tecnologias utilizadas necessitavam de eletricidade. Certamente, os debates conduzidos pelo Professor foram motivadores da dúvida da estudante. Como o intuito da metodologia proposta não era o de fornecer imediatamente as respostas aos estudantes, mas, sim, incentivá-los a pesquisar os conhecimentos ausentes e refletir sobre eles, o questionamento da estudante não foi respondido prontamente, mas, no decorrer dos debates, ela conseguiu concluir que a tecnologia utilizada pelos cientistas necessitava, de fato, do conhecimento prévio e uso da eletricidade. O Professor confirmou, então, tal asserção.

Os objetivos de “Desenvolver a postura de argumentar”, “Desenvolver a postura de comunicar” e “Desenvolver a habilidade em formular hipóteses” foram os mais desafiadores da aplicação. Uma justificativa pode ser percebida na quarta aula quando, face à timidez dos estudantes em participar dos debates estimulados pelo professor e após ele incentivar uma maior participação dizendo que os estudantes demonstravam saber muito sobre o assunto, o Estudante 1 afirmou que eles tinham medo de errar ao justificar porque não estavam participando mais intensamente dos debates.

Na quinta aula, na atividade de reconhecimento do aparato experimental, os estudantes apresentaram dificuldades na compreensão do aparato experimental e em relacionar alguns de seus componentes ao cotidiano. Esse fato é compreensível, em razão da pouca ou nenhuma programação de atividades experimentais na educação básica e da pouca relação que as metodologias e materiais didáticos tradicionais fazem com eventos do cotidiano. Apenas a Estudante 6 participou da discussão sobre a função de uma fonte de tensão, porque trabalhava em uma loja que vendia equipamentos elétricos e, assim, demonstrou saber mais sobre fontes de tensão e multímetros do que seus colegas. A discussão só fluiu após o Professor apresentar imagens e comentar sobre outras fontes de tensão usuais.

Desta forma, os objetivos de “Compreender a Física envolvida no equipamento experimental”, “Desenvolver a observação e busca de compreensão do fenômeno e do aparato experimental” e “Montar o aparato experimental” devem ser persistidos e o foram na nossa aplicação.

Como exemplo da persistência de trabalhar o objetivo “Compreender a Física envolvida no equipamento experimental”, na sétima aula, após o professor instigar os estudantes, o Estudante 1 se voluntariou a ir à lousa finalizar a dedução da equação para a determinação da razão carga-massa e o Estudante 10 conclui que os parâmetros experimentalmente relevantes seriam a corrente elétrica e o potencial elétrico.

A partir dos debates promovidos pelo professor e com o seu auxílio, os estudantes conseguiram concluir corretamente que o aumento da corrente elétrica produz um aumento no campo magnético e resulta em maior deflexão do feixe de elétrons para certa voltagem aceleradora do feixe. Ao final dessa aula, o professor solicitou aos estudantes que realizassem a atividade extra sala de aula disposta no AVA e relativa à identificação de cada equipamento experimental e de sua respectiva função no experimento.

Na oitava aula os estudantes foram orientados a acessarem o AVA para realizar a tarefa de montar virtualmente o aparato experimental. A maioria dos estudantes ficou interessada e tentou montar o aparato por tentativa e erro. Outros estudantes apenas ficaram observando. Para estimular a reflexão no processo de montagem, os estudantes foram incentivados a relacionar as representações esquemáticas da página “Esquema Elétrico” do AVA com os equipamentos e fios da montagem virtual. Percebemos que os estudantes possuíam muita dificuldade para fazer uma transposição da teoria para a prática de um esquema de um circuito elétrico. Nessa atividade, foram trabalhados os objetivos de “Despertar interesse do estudante pelo tema”, “Despertar a curiosidade do estudante”, “Montar o aparato experimental”, “Compreender a Física envolvida no equipamento experimental”.

Um fato que demonstra a importância do trabalho em grupo foi o Estudante 1 perguntar ao professor se poderia auxiliar a Estudante 11, pois ele tinha percebido que a colega não conseguia realizar a montagem. A Estudante 2 questionou bastante o professor para conseguir entender o esquema elétrico apresentado, mas tanto ela, quanto os Estudantes 1 e 7 conseguiram responder corretamente sobre os símbolos que representavam cada elemento no circuito.

Ainda nessa aula, o Estudante 5 se voluntariou para realizar a montagem virtual do aparato à frente da sala e essa atividade foi finalizada pela Estudante 12.

É importante salientar uma dúvida apresentada pela Estudante 2 nessa aula. Ela nos questionou sobre o uso dos multímetros, pois sabia que o voltímetro deveria ser ligado em paralelo e o amperímetro deveria ser ligado em série em um circuito elétrico. Porém, ela não conseguia identificar uma ligação em paralelo do multímetro ligado a uma fonte de tensão desconectada de um circuito elétrico e expressou verbalmente essa dúvida. De fato, não é possível perceber isso pela análise do esquema elétrico. Esse episódio evidenciou um aspecto muito importante desse tipo de metodologia: a estudante conseguiu relacionar a teoria com a prática e extrapolou o conhecimento ensinado. Isso possivelmente não teria sido proporcionado em uma aula expositiva, pois foi a partir da montagem experimental virtual que ela inferiu a inconsistência das explicações teóricas acerca desse tema. E o estímulo da comunicação dialógica a encorajou a emitir sua dúvida, muito procedente.

Na nona aula, para trabalhar o objetivo de “Planejar o roteiro experimental”, os estudantes elaboraram, com auxílio do professor, um roteiro de procedimento experimental. Em particular, O Estudante 1 contribuiu bastante com sugestões de sequência de procedimento

experimental, a qual foi adotada para a obtenção do primeiro valor experimental da razão carga-massa.

Na décima aula, procedeu-se a realização do experimento e o valor encontrado foi de  $2,63 \times 10^{11}$  C/kg, enquanto o valor teórico aceito é de  $1,76 \times 10^{11}$  C/kg.

Diante do grande erro experimental, abriu-se espaço para discutir os prováveis fatores que poderiam ter causado tal erro. A Estudante 6 emitiu uma hipótese de que a razão seria o fato da experiência ter sido realizada apenas uma vez. A sugestão dessa estudante era que a experiência deveria ser realizada várias vezes e depois deveria ser encontrado o valor médio. Aproveitamos a resposta da aluna e continuamos a explicar o motivo de serem realizadas mais de uma medida em um procedimento experimental.

Uma nova determinação experimental foi feita, mas o erro persistiu em torno de 50%. Como já havíamos realizado o experimento outras vezes antes dessa aula e tínhamos encontrado erros muito pequenos, da ordem de 2%, estranhamos o resultado muito diferente. Checagens posteriores à aula nos mostraram que a fonte de erros eram problemas com os multímetros digitais utilizados, os quais foram devidamente substituídos. Os debates, entretanto, foram muito proveitosos pelo fato de possibilitar o surgimento de várias hipóteses para justificar o ocorrido, com a participação dos estudantes. E revelaram as situações imprevistas que podem ser introduzidas pelas atividades experimentais e que podem ser utilizadas didaticamente pelo professor. Assim, o objetivo “Desenvolver a habilidade em formular hipóteses” foi estimulado e o objetivo de “Manipular, obter e analisar dados experimentais” tornou-se mais interessante do que imaginado previamente.

Ao final da aplicação da sequência didática, o professor da disciplina foi convidado a manifestar suas impressões e da sua fala, registrada em áudio e vídeo, merecem destaque as seguintes:

*Olhando para a metodologia utilizada me vejo forçado a seguir outros caminhos que se adequem ao plano proposto pelo projeto.*

*No início existiam alguns desafios, podendo destacar a junção entre o plano tradicional e o plano proposto pelo projeto sem que houvesse perdas consideráveis.*

*Do modo como as aulas de Física são distribuídas na rede pública de ensino fica complicado para o professor trabalhar o conteúdo curricular proposto, pois são apenas duas de cinquenta minutos semanais.*

As conclusões que podem ser tiradas a partir desses resultados encontram-se a seguir.

## **Conclusões**

A aplicação da sequência didática com uso do experimento remoto potencializou alguns aspectos pedagógicos relevantes. Em primeiro lugar, a presença da tecnologia digital no processo de ensino-aprendizagem contribuiu para estabelecer uma nova relação professor-estudante, na qual o professor deixou de ser responsável por deter todos os conhecimentos (especialmente os tecnológicos) e, tanto a cultura digital dos estudantes, quanto suas experiências de vida, passaram a ser consideradas pelo professor. Uma ilustração desse fato ocorreu na quinta aula, durante os debates acerca dos instrumentos presentes no aparato experimental e de suas respectivas funções. Nessa aula, a Estudante 6 trouxe o conhecimento do seu ambiente de trabalho, onde tinha contato com fontes chaveadas e fontes estabilizadas.

Explicou para os colegas e para o professor a diferença e evidenciou o potencial do uso de conhecimentos do cotidiano do estudante para uma construção significativa do conhecimento no tema.

A promoção de atividades práticas e de momentos de debates no laboratório da escola serviu para minimizar a apatia dos estudantes nas aulas, permitiu ao professor identificar e sanar mais rapidamente falhas ou lacunas de aprendizagem dos estudantes, perceber como estavam constituindo as suas habilidades de comunicar, argumentar, informar, criticar e expressar hipóteses e contribuiu, inclusive, para que estudantes pudessem trazer conhecimentos que, eventualmente, não são de domínio do professor. Nesse processo de permuta de conhecimentos, tanto o professor quanto o estudante tendem a ganhar conhecimento.

Entretanto, constatamos que vários estudantes não participavam ativamente desses momentos. Eles permaneciam presentes, mas não se manifestavam durante os debates. Assim, um dos grandes desafios é justamente envolver mais estudantes nos debates promovidos em sala de aula, para estimular estruturas de pensamento mais complexas ao provocar conflitos conceituais e procedimentais.

Possivelmente, a razão da não participação desses estudantes nos debates é um reflexo do estilo do ensino tradicional, no qual a prioridade consiste no cumprimento do conteúdo da disciplina e o espaço para o estudante se manifestar praticamente inexistente. Parece-nos que ao longo do seu percurso escolar, ao mesmo tempo em que o processo de ensino das disciplinas científicas vai se distanciando de uma característica interdisciplinar e assumindo uma natureza especializada, o estudante vai perdendo seu espaço de questionar, investigar, experimentar e passa a desenvolver medo de errar, uma postura excessivamente tímida, ou um desinteresse pelos objetos de aprendizagem. Assim, uma mudança do estudante para uma postura mais participativa não possui solução imediata, mas é importante que esse aspecto seja trabalhado intensivamente, a fim de contribuir para o seu crescimento escolar, pessoal e profissional.

Desse fato, consideramos justificado, também, o emprego do método maiêutico para a construção do conhecimento científico dos estudantes.

O uso do experimento remoto contribuiu fortemente para uma associação significativa entre a teoria e a prática: os estudantes puderam associar a linguagem esquemática de circuitos, dispositivos e equipamentos elétricos teóricos com circuitos, dispositivos e equipamentos reais. Demonstraram, no geral, que compreendiam a representação esquemática de uma fonte de tensão e até sabiam operar com essa representação em um circuito elétrico teórico, mas não tinham uma ideia (modelo mental) de como seria uma fonte de tensão real.

Outro exemplo da contribuição positiva da sequência didática proposta foi o episódio da ligação do multímetro em paralelo à fonte de tensão, para medidas de voltagem, o que evidenciou um aspecto muito importante desse tipo de metodologia: a aluna conseguiu relacionar a teoria com a prática e extrapolou o conhecimento ensinado. Isso possivelmente não teria sido proporcionado em uma aula expositiva, pois foi a partir da montagem experimental virtual que ela inferiu a inconsistência das explicações teóricas acerca desse tema. E o estímulo da comunicação a encorajou a emitir sua dúvida, muito procedente. Nesse sentido, acreditamos que a explicação da conexão de um voltímetro a uma fonte de tensão deve ser melhor apresentada nos livros textos e na internet. Não encontramos material algum que aborde adequadamente tal situação para esse nível de ensino.

Deve-se ressaltar que a forma abstrata e usual de ensinar circuito elétrico e seus componentes elétricos aos estudantes, valendo-se de símbolos e esquemas, não produz uma compreensão real do que está sendo ensinado e, mesmo que o estudante consiga manipular com alguma



destreza a teoria subjacente a tais conceitos, não significa que ele tenha a noção de como é, na realidade, cada dispositivo ou circuito elétrico. Esse fato justificou completamente o uso da experimentação no processo de ensino.

As dificuldades que os estudantes apresentaram na compreensão do aparato experimental e em relacionar alguns de seus componentes ao cotidiano são compreensíveis, em razão da pouca ou nenhuma programação de atividades experimentais na educação básica e da pouca relação que as metodologias de ensino e recursos didáticos tradicionais fazem com objetos e eventos do cotidiano. Esse fato justifica completamente o uso da experimentação no processo de ensino.

Outra contribuição que resultou importante dessa metodologia foi o planejamento do roteiro experimental pelos estudantes, de forma estimulada pelo professor, o que é um fato raro nas atividades experimentais tradicionais. Já era esperado que eles não conseguissem concluir essa etapa sem o auxílio do professor, pois eles nunca tinham participado de uma atividade como essa. Isso implica na relevância do conteúdo de Física abordado e justifica essa abordagem com ênfase no ensino por investigação (AZEVEDO, 2004).

Foi possível registrar momentos de ganho de aprendizagem tanto pelo professor, quanto pelo estudante nas situações em que a imprevisibilidade dos resultados experimentais levou ambos à reflexão de suas possíveis causas.

Entretanto, não foi possível eliminar a sensação de perda de conteúdo programático por parte do professor, algo que só será possível pelo estabelecimento de uma nova concepção de ensino e de aprendizagem. A sensação de “perda” de conteúdo pelo professor, ao adotar uma metodologia de ensino diferenciada, se concretiza como um dos maiores desafios para a adoção da metodologia por outros professores de Física. Isso é compreensível dentro do contexto atual de ensino, pois o Estado disponibiliza apenas duas aulas semanais de cinquenta minutos para a disciplina de Física, com uma carga excessiva de conteúdo. Porém, pela descrição que apresentamos, nossa proposta procura romper com essa formatação de ensino. Por exemplo, um dos objetivos do ensino investigativo é o de que o estudante deve desenvolver a atitude de buscar conhecimento; dessa forma, a aprendizagem não fica centrada no professor e o estudante tem a possibilidade de continuar aprendendo fora do contexto escolar e, nesse caso, o professor tem o papel de orientar a busca do conhecimento. Assim, o professor não “perde” tempo com uma metodologia embasada no ensino investigativo; ele modifica tanto a forma de utilizar o tempo para aprender, quanto o próprio ato de aprender.

De uma maneira geral, a aplicação da sequência didática contribuiu positivamente para o estabelecimento de uma postura diferenciada do professor em sala de aula, mais receptivo às ideias dos estudantes e mais ouvinte do que orador e, também, para uma postura mais ativa do estudante, mais interessado e participante da aula. Esses fatos são muito relevantes, pois, são características de um ensino por investigação (AZEVEDO, 2004). A atividade experimental revelou-se um recurso importante para viabilizar uma relação da teoria com a prática, atribuindo maior significado ao objeto de estudo.

Finalmente, os fatores identificados que podem interferir negativamente na implementação dessa sequência didática relacionam-se à ausência das seguintes condições: i) a predisposição do professor em adotar a experimentação remota; ii) predisposição da escola em adotar novos modelos didáticos; iii) recursos tecnológicos necessários ao uso do experimento remoto; iv) predisposição do estudante em realizar atividades fora da sala de aula.

Uma estratégia para contornar tais dificuldades consiste em estabelecer uma assessoria permanente aos professores e às escolas interessadas por parte dos pesquisadores e estudantes

do ensino superior, tanto nos aspectos técnicos, quanto nos pedagógicos. Assim, a efetiva aproximação entre a universidade e a escola parece ser a solução de tais dificuldades.

## Agradecimentos e apoios

Os autores agradecem a CAPES e a FAPEMIG pelo apoio financeiro, respectivamente, à execução e apresentação desse trabalho.

## Referências

- ANDERSSON, B.; BACH, F. On designing and evaluating teaching sequences taking geometrical optics as an example. **Science Education**, v. 89, n. 2, 2005, p. 196-218.
- AZEVEDO, M. C. P. S.. Ensino por Investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M, P.. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. 1 ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.
- BARROS, S. L. S. Realities and Constraints: the demands and pressures that act on teachers in real situations. In: **International Conference on Education for Physics Teaching**, 1980, Trieste. Proceedings of the International Conference on Education for Physics Teaching. Edinburgh: University of Edinburgh, 1980. p. 120-135.
- DRIVER, R. **The pupil as a scientist**. Milton Keynes: Open University Press , 1983.
- DUARTE, M. da C. A história da Ciência na prática de professores portugueses: implicações para a formação de professores de Ciências. **Ciência & Educação**. V. 10, n.3, 2004, p. 317-331.
- FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R.V.. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão & Produção**. São Carlos; v. 17, n. 2, p. 421-431, jan. 2010.
- FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.
- MENDES, M. A.; FIALHO, F. A. P. **Experimentação Tecnológica Prática a Distância**. In: Congresso Internacional de Educação a Distância, 12, 2005. Florianópolis. **Anais Eletrônicos...** Florianópolis: ABED, 2005.
- SCHUHMACHER, E. et. Al. Física Experimental Auxiliada Por Laboratório Virtual. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9, 2004. Jaboticatubas. **Anais eletrônicos...** Jaboticatubas: SBF, 2004.