

Uma Experiência Inovadora de Prática Pedagógica na Formação Inicial de Professores

João Batista Siqueira Harres¹
Michele Camara Pizzato²

Resumo

Neste texto são descritas as atividades desenvolvidas em uma disciplina do quinto semestre de um curso de formação de professores de ciências especificamente estruturado para propiciar vivências de prática pedagógica alternativas ao modelo tradicional de ensino. São analisadas as propostas metodológicas elaboradas pelos futuros professores em relação a um modelo de ensino por investigação. Segundo uma perspectiva evolutiva do desenvolvimento profissional, os resultados mostram uma aproximação das propostas em direção a níveis de maior complexidade de ensino. Ao final, se discute as implicações destes resultados para as estratégias formativas adotadas nesse curso de Licenciatura e para a formação de professores em geral.

Palavras-chave: Formação de professores. Inovação curricular. Práticas pedagógicas alternativas.

¹ Doutor em Educação, professor do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Univates – Centro Universitário. jbharres@univates.br

² Mestre em Ensino de Ciências. Professora do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Univates – Centro Universitário. pizzato@univates.br

AN EXPERIENCE OF INNOVATIVE PEDAGOGICAL PRACTICE IN A PRE-SERVICE TEACHER EDUCATION

Abstract

Are described the activities developed in a seminar of the fifth semester of pre-service science teachers' education program. This seminar is constructed to offer alternative experiences of pedagogic practice with a short duration course for high school students, which the teaching is improvement by the future teachers. The methodological approach elaborated by the future teachers is analyzed in relation to a research science teaching model. According to an evolutionary perspective of the professional development, the finds indicate an approximation of these approaches to high complexity levels of teaching.

Keywords: Teacher education. Curricular innovation. Alternative teaching practices.

A necessidade de aperfeiçoar os processos de ensino-aprendizagem tem-se defrontado, além de outras dificuldades, com o fato de que as práticas docentes resistem às mudanças que a investigação educativa e as reformas legais e administrativas tentam pôr em prática.

A este respeito, as pesquisas vêm registrando que as crenças dos professores sobre ensino e aprendizagem são reflexos do tipo de aulas a que estiveram submetidos em sua vida escolar e isso explicaria sua estabilidade e resistência à mudança. Essas idéias pedagógicas prévias estão muito arraigadas, de modo que ou servirão de base para a interpretação da nova informação ou serão obstáculos para a intenção formativa de introduzir inovações em sala de aula.

De fato, em todo processo formativo (seja de alunos ou de professores), o conhecimento (científico ou profissional) não atua sobre uma mente (didática, no caso dos professores) “em branco” (Porlán; Rivero, 1998). Assim, no que respeita aos professores, o ponto de partida desses processos deve levar em conta que o seu conhecimento didático prévio geralmente está apoiado nas formas “naturais” de considerar o ensino e a aprendizagem, respectivamente, por transmissão e por recepção passiva e sem re-interpretações.

Nesse sentido, para complexificar esta visão de sentido comum do ensino, acreditamos que a formação inicial deve propiciar reflexões, ambientes e vivências que potencializem essa construção. Como formadores, é muito importante que possamos oferecer todas as condições possíveis para que os futuros professores (FP) experimentem e testem idéias e propostas, reforçando seus posicionamentos inovadores e evitando-se (ou minimizando) assim que, ao final da Licenciatura, o único referencial prático (ainda que implícito) seja o ensino transmissivo.

Assim, a experiência pedagógica descrita e analisada a seguir pretende configurar uma contribuição para as discussões sobre a formação de professores e sobre os processos que potencializem a evolução do seu conhecimento profissional. Almeja-se que este conhecimento evolua em direção a práticas mais adequadas, em especial em direção a um modelo didático baseado na investigação tanto da própria prática docente quanto dos problemas a serem investigados, em aula, pelos alunos.

Neste trabalho são relatadas e analisadas as atividades desenvolvidas em uma disciplina de prática pedagógica. A investigação associada à disciplina tem como meta avaliar em que medida este espaço formativo, estruturado de forma coerente com os referenciais da pesquisa sobre inovação na formação inicial, propicia uma evolução nas concepções e práticas, caracterizando os avanços e os obstáculos à evolução profissional desejada. Espera-se que esta análise da relação entre teoria e prática expresse as possibilidades, avanços e limites no desenvolvimento das atividades.

Contexto

Quatro disciplinas, denominadas *Laboratório de Ensino*, do curso de Licenciatura em Ciências Exatas da Univates – Centro Universitário constituíram o contexto do trabalho. O curso com 3.250 horas distribuídas em dez semestres, habilita de forma integrada para as disciplinas de Física, Química e Matemática no Ensino Médio. Não existe a possibilidade de opção por apenas uma ou duas dessas habilitações.

Criado em 1999, este curso apresenta duas características inovadoras importantes. De um lado, favorece a interdisciplinaridade no ensino de Ciências e Matemática, haja vista que forma professores para atuarem nas disciplinas de Física, Química e Matemática, em uma conjugação inovadora de habilitações neste nível de ensino e nestas disciplinas.

Por outro lado, é coerente com as novas diretrizes para a formação de professores, que explicitam e definem alguns âmbitos de ação formativa tais como: contato com a futura realidade docente desde o início do curso, desenvolvimento de habilidades investigativas para uma avaliação permanente da própria prática, desenvolvimento de novas concepções epistemológicas e sobre aprendizagem.

Coerente com isso, estão estruturadas no curso, além de disciplinas gerais e obrigatórias (Didática Geral, Psicologia da Aprendizagem, etc.), um grupo de quatro disciplinas diretamente relacionadas à futura prática pedagógica, de-

nominadas *Laboratórios de Ensino de Ciências Exatas – LEC* –, que visam a pôr o estudante em contato com a realidade escolar e levá-lo a refletir sobre a sua futura ação docente desde o primeiro semestre. Com isso, buscamos oportunizar os primeiros passos do futuro professor em direção a uma postura reflexiva, crítica, aberta à mudança e em permanente evolução profissional.

Estas disciplinas compõem-se de uma série de atividades formativas estruturadas em torno de “Problemas Práticos Profissionais” (Harres e outros, 2003) e cujos conteúdos envolvem a reflexão sobre:

- os modelos didáticos dominantes e desejáveis sobre as idéias dos alunos em relação aos conteúdos de ensino;
- as concepções epistemológicas implícitas nos processos de ensino-aprendizagem;
- a estruturação e aplicação de unidades didáticas e de projetos de investigação em sala de aula.

Tomando como referência Porlán e Rivero (1998), desenvolvemos nessas disciplinas um processo de investigação apoiado na organização das informações relevantes em contraste com uma hipótese de progressão de como o conhecimento profissional prático dos FP pode evoluir gradualmente em direção a uma maior complexidade da ação profissional. A avaliação desse processo reflete-se no ajuste das hipóteses curriculares ao desenvolvimento real dos FP.

Para orientação e definição das atividades formativas, apoiamos-nos em uma perspectiva teórica do desenvolvimento profissional concebida de forma evolutiva e que integra concepções epistemológicas e psicológicas relacionadas, respectivamente, com as concepções sobre a natureza do conhecimento e com as concepções sobre a aprendizagem (Harres e outros, 2005). Tal articulação é coerente com uma visão do saber profissional como sendo a integração entre os conhecimentos mais formalizados (neste caso, procedentes das didáticas específicas) e os que se originam da experiência docente. Assim, estruturamos esse processo formativo por meio de conteúdos (profissionais) relevantes, desafiadores e abordados de forma ativa e investigativa.

As disciplinas Laboratórios de Ensino (LECs)

As disciplinas *Laboratórios de Ensino* buscam integrar o conhecimento específico da área com a dimensão pedagógica da atuação docente. O acompanhamento e avaliação destas atividades estão integradas a uma pesquisa mais ampla sobre a formação de professores desenvolvida pelo Grupo de Pesquisa na Formação de Professores – GPPF.

Na disciplina de *Laboratório de Ensino I* os FP vivenciam uma experiência educativa na qual parte-se do seu conhecimento (nesse caso, didático) prévio, buscando uma posterior evolução. Nesse sentido, são realizadas atividades tais como: observações de aulas, análises de situações didáticas alternativas, seminários com professores novatos e inovadores. Até aqui, encontram-se fortes evidências de que a estratégia de partir das idéias e vivências dos alunos e de fazê-los entrar em contato com a realidade escolar já no primeiro semestre do curso mostra-se muito eficaz para fomentar uma atitude favorável de seguir a carreira de professor, de ver a sua futura prática como um conhecimento em permanente evolução e de associar à necessidade premente de inovação profissional com a mudança no meio escolar (Harres e outros, 2004).

Na disciplina de *Laboratório de Ensino II* parte-se do princípio de que o reconhecimento e a utilização didática das idéias prévias têm um alto poder formativo, revelando-se uma das características que mais identifica um ensino construtivista (Porlán; Rivero, 1998). Assim, analisa-se aqui a consideração e a utilização didática do conhecimento prévio por meio da construção, aplicação e análise de instrumentos que busquem explicitar as idéias dos estudantes sobre algum tema relacionado com o ensino de Ciências. Isso é feito favorecendo que os FP entendam suas próprias dificuldades com o tema escolhido, empregando estratégias didáticas de exploração do conhecimento didático prévio de alto potencial para propiciar a evolução desse conhecimento.

Os FP, divididos em pequenos grupos, escolhem um tema relacionado a sua área de formação e de interesse para investigar o conhecimento prévio de estudantes, preferencialmente do Ensino Médio. A partir daí organiza-se um

roteiro formativo específico para trabalhar com as idéias dos alunos. Os FP elaboram um questionário para identificar as idéias dos aprendizes. Após discussão, reelaboração e aplicação do questionário e análise de respostas de estudantes da rede escolar, os FP realizam um planejamento didático coerente com os resultados encontrados. O roteiro formativo segue promovendo análises reflexivas sobre a forma como os conteúdos estão organizados e de como eles seriam abordados – a metodologia de ensino – num contexto concreto.

Como resultado, percebe-se avanços significativos por parte dos professores no reconhecimento da existência do conhecimento prévio dos alunos e na intenção de utilizá-lo didaticamente na futura atuação docente. Constatou-se, pela análise dos planos, que a oportunidade de reflexão sobre as concepções prévias parece influir consideravelmente na aprendizagem. Além disso, o estudo de fenômenos pela ótica da compreensão dos alunos mostra-lhes uma complexidade geralmente ocultada pela lógica disciplinar.

Mesmo que essas atividades priorizem a participação ativa dos FP, destinando-lhes a responsabilidade pela sua própria aprendizagem, ainda não está presente a dimensão prática de aplicação da proposta didática elaborada. Por isso, o foco dos LECs seguintes situa-se no planejamento e na condução de uma proposta completa, envolvendo aspectos procedimentais e atitudinais inerentes à participação direta em uma situação de ensino.

Nesse propósito, a LEC III (5º semestre) e a LEC IV (8º semestre) completam o conjunto de disciplinas de prática pedagógica que não se caracterizam como estágio supervisionado, embora as horas de atividades em LEC IV sejam computadas no total de 400 horas de prática pedagógica (não vinculada a estágios supervisionados) previstas pelas diretrizes para os cursos de Licenciatura.

A disciplina de LEC III

A disciplina de *Laboratório de Ensino III* propõe aos FP uma vivência docente por meio de um curso de extensão (CE) para estudantes de Ensino Médio ministrado pelos licenciandos durante o horário normal de aulas da disciplina.

Nesta disciplina os futuros professores propõem temas para a investigação de estudantes de Ensino Médio participantes de um curso de extensão a ela vinculado. Tais problemas devem conectar-se com os conteúdos das três áreas de formação do curso (Matemática, Física e Química) e estar relacionados a problemas socioambientais relevantes, como constituição, funcionamento e destinação final de pilhas.

Estruturada em torno do Problema Prático Profissional “*Como estruturar e aplicar uma unidade didática de Ciências Exatas coerente com o modelo didático desejável*”, a disciplina busca favorecer uma vivência na qual os FP ponham em prática propostas didáticas inovadoras.

As aulas desta disciplina, como todas na Univates, são noturnas e ocorrem uma vez por semana com 4 horas-aula (uma disciplina por noite), durante 15 semanas (60 horas-aula no total). O curso de extensão (CE) funciona no horário normal da disciplina e as aulas ocorrem durante 10 semanas com 2 horas-aula de duração (20 horas-aula no total) no horário das 19h15min às 21h. Na segunda parte da noite os FP se reúnem e planejam a aula da próxima semana.

O CE (gratuito e denominado “Ciências Exatas para o Ensino Médio”) é divulgado entre as escolas da região e está aberto a estudantes de qualquer uma das três séries deste nível de ensino. Eventualmente participam também estudantes das últimas séries do Ensino Fundamental e alguns que já concluíram o Ensino Médio. O texto de divulgação do curso explicita que este terá um caráter ativo, interdisciplinar e investigativo. As 35 vagas disponíveis têm sido sempre totalmente ocupadas.

Nas semanas antecedentes ao CE, os FP discutem que temas poderiam ser trabalhados de modo a envolver as idéias dos alunos, interdisciplinaridade, ensino por investigação, ambiente motivado, etc. Enfim, analisa-se como se poderia pôr em prática as características desejáveis desenvolvidas por eles mesmos nos LECs anteriores.

Paralelamente, busca-se que os FP também alcancem uma aprendizagem significativa mediante o aprofundamento conceitual do tema escolhido tanto do ponto de vista do conhecimento científico específico envolvido quanto do ponto de vista do conhecimento didático das idéias dos alunos e a sua consideração em sala de aula. De fato, muitas vezes ocorre que alguns FP matriculados na disciplina não cursaram ainda aquelas de conteúdo específico correspondentes aos temas do curso.

Enfim, o principal objetivo é promover um primeiro contato dos FP com um grupo de estudantes e, por meio do planejamento, aplicação e avaliação de uma unidade didática inovadora em um ambiente propício, obter como resultado uma experiência docente positiva. Ou seja, pretende-se mostrar – na prática – que, apesar do pessimismo e do desânimo diante das inúmeras dificuldades da educação atual, é possível, aplicando uma metodologia inovadora, obter um ambiente de aprendizagem prazeroso, interessado e colaborativo.

Análise das atividades desenvolvidas

As análises que se seguem correspondem a uma edição da disciplina oferecida em 2004. Concretamente. As proposições explicitadas nos roteiros de aula elaborados pelos FP são analisadas em relação a um modelo didático de referência de cunho interdisciplinar e investigativo, conforme o Modelo Didático de Investigação na Escola proposto por Porlán (1993). Os roteiros de aula analisados, à exceção da primeira atividade, são elaborados conjuntamente por todo o grupo de futuros professores em cada sessão do CE vinculado à disciplina.

Basicamente, as análises concentram-se em cinco categorias: conteúdos conceituais, conteúdos procedimentais, conteúdos atitudinais, metodologia de ensino e consideração e utilização das idéias dos alunos.

Como primeira atividade da disciplina é feita uma discussão seguida da definição do tema a ser abordado nas aulas do CE. Uma vez escolhido o tema, põe-se à disposição dos FP os materiais que eles julgam que poderiam

ser empregados nas aulas. Os FP, em pequenos grupos, praticam, experimentam, discutem e, ao final, propõem algumas atividades para o primeiro dia de aula, as quais posteriormente serão discutidas, selecionadas e aperfeiçoadas para que toda a turma de estudantes de Ensino Médio trabalhe. Após a discussão e a definição das atividades, os licenciandos estruturam uma unidade didática, que vai se modificando durante o andamento do CE.

As primeiras sugestões de atividades e questões são elaboradas em pequenos grupos de FP para posterior discussão com todos. Analisando estas primeiras propostas já se percebe uma característica que será comum ao longo dos roteiros das aulas do CE. Ou seja, parece ocorrer uma mescla de características inovadoras de ensino junto com outras ainda estritamente vinculadas à aprendizagem conceitual e à seqüência lógica dos conteúdos.

Por exemplo, entre as propostas dos sete grupos de FP, quatro deles apresentam preocupação explícita com a aprendizagem conceitual ligada a atividades práticas, refletindo uma preocupação também com aspectos atitudinais e procedimentais da aprendizagem. As atividades experimentais propostas, à exceção de uma, apresentam um caráter de investigação fechada (ou de “redescoberta”). Ao mesmo tempo cinco grupos (quatro implicitamente e só um explicitamente) revelam uma preocupação com as idéias dos alunos ao proporem questões que estão ligadas a dificuldades conceituais comuns na aprendizagem de circuitos elétricos simples.

Os roteiros mostrados nos quadros seguintes foram elaborados pelos próprios alunos. Quando alguma figura ou texto foi retirado ou adaptado de outro material, a fonte bibliográfica é apresentada na descrição ou análise da atividade.

Análise do Roteiro da Primeira Aula

Após uma análise geral de todas as atividades propostas, os FP chegaram a um consenso sobre as atividades a serem realizadas na primeira aula do CE. O grupo optou por, após uma rápida apresentação, iniciar o curso com um questionário para tentar identificar as idéias dos alunos sobre o tema escolhido.

Este questionário, como mostra o Quadro 1, se caracteriza por uma preocupação com as idéias e os interesses dos alunos, com a vinculação dos conteúdos a serem estudados a aspectos do cotidiano e, finalmente, por apresentar uma linguagem preponderantemente não acadêmica, além de requerer respostas elaboradas e não a memorização de aprendizagens conceituais anteriores.

Nossas Primeiras Idéias sobre Pilhas e Circuitos

- a) O que você gostaria de saber sobre pilhas e circuitos elétricos?
- b) O que você entende por circuito elétrico? Onde você imagina que pode encontrar circuitos no seu dia-a-dia?
- c) O que você acha que acontece quando, ao ligar o interruptor, uma lâmpada acende?
- d) Como você acha que uma pilha faz funcionar as coisas?
- e) Como você acha que é uma pilha por dentro? Você pode fazer um desenho de como imagina que seja uma pilha por dentro, explicando-o com suas palavras.
- f) Pilhas grandes e pequenas podem fazer funcionar o mesmo aparelho? Por quê?

Quadro 1 – Questionário inicial para identificar idéias dos alunos

Fonte: De acordo com a pesquisa dos autores

Na seqüência os FP preparam uma atividade prática que denominaram de “desafio”. Devido ao fato de que houve muitos FP inscritos na disciplina, para a condução docente desta e das demais atividades adotou-se a estratégia, já testada em edições anteriores, de dividir os futuros professores em três grupos. Um grupo assume a cada semana um papel diferente: de tutor, de observador e de investigador.

O primeiro grupo acompanha cada grupo de estudantes do CE, posto que as aulas são essencialmente práticas e com atividades desenvolvidas em grupos. Assim, os FP tutores coordenam as ações dos alunos, orientando a discussão, fazendo sugestões, identificando problemas com os materiais (buscando solução) e direcionando para que as atividades sigam o roteiro inicialmente previsto. Os FP observadores ficam junto com os tutores anotando as idéias dos alunos, as dúvidas, os pontos em que o roteiro previsto não funcionou bem e outros aspectos de caráter não só conceituais, como a motivação, o envolvimento, os papéis dos elementos do grupo, etc. Já os FP investigadores não ficam na mesma sala de aula. Eles analisam, situados em outro espaço formativo, os materiais produzidos pelos estudantes do CE na aula anterior e, em função disso, preparam, por meio de discussões, busca de materiais e elaboração de roteiros, a aula seguinte.

Na metade final da aula, após o intervalo, os três grupos de FP se reúnem e todas estas informações e materiais são considerados para a elaboração final do roteiro da aula da semana seguinte. Na próxima aula do CE aqueles FP que foram observadores serão agora os tutores, os investigadores serão os observadores e os que foram tutores serão investigadores. Na semana seguinte ocorre nova rotação e assim cada FP desempenha um papel diferente a cada aula.

Cabe mencionar, entretanto, que este isolamento não é total. Durante a aula ocorre também circulação e contato entre os três papéis de modo a auxiliar os FP investigadores a planejarem de acordo com aquilo que vai ocorrendo nas aulas do CE. O professor da disciplina também ajuda nesta função.

A atividade prática proposta para a primeira aula do CE (“desafio”) consistia em fornecer aos estudantes do CE materiais para montagem de um circuito elétrico simples, mas solicitando que anteriormente cada aluno fizesse um desenho de sua sugestão de montagem do circuito e também uma previsão do que ocorreria. Antes de testar o grupo deveria discutir sobre a montagem mais adequada.

Analisando esta atividade, percebe-se que ela se caracteriza por uma perspectiva investigadora, além de envolver conceitos, atitudes e procedimentos. Implica também a participação intelectual ativa dos alunos na medida em que solicita uma reflexão individual anterior a cada etapa da atividade, ao mesmo tempo que a busca de construção de consenso coletivo também se destaca. Enfim, implicitamente, podemos identificar a postura docente adotada aqui como a de um intelectual instigador e colaborador do andamento das atividades, distanciando-se do ativismo não orientado. O roteiro completo desta primeira aula é mostrado no Quadro 2.

-
1. Apresentação do curso
 2. Aplicação do questionário sobre idéias prévias
 3. Desafio:
 - a. Fornecer ao grupo 1 fio, 1 pilha, 1 lâmpada e 1 soquete.
 - b. Acender a lâmpada com o material fornecido, primeiro com e depois sem soquete.
 - c. Antes de cada tentativa do grupo em acender a lâmpada, pedir aos alunos para que, individualmente, façam um desenho de como eles imaginam a montagem..
 - d. Comparar os desenhos e definir no grupo como será feita a montagem.
 - e. Anotar se a montagem funcionou (acendeu a lâmpada?) ou não.
 4. Algumas questões a serem discutidas com o grupo:
 - a. O que você acha que acontece quando a lâmpada acende (i) no fio, (ii) na lâmpada, (iii) no soquete e (iv) dentro da pilha?
 - b. Por que algumas montagens não funcionam?
 - c. O que aconteceria se virássemos a pilha? Por que você acha que isso acontece? (Testar com a lâmpada e com o motor)

- d. Como você faria para acender 2 lâmpadas? Como fica o brilho das duas lâmpadas em comparação com a montagem com 1 lâmpada?
- e. Como você poderia fazer para mudar o brilho das 2 lâmpadas?

Quadro 2 – Roteiro da Primeira Aula

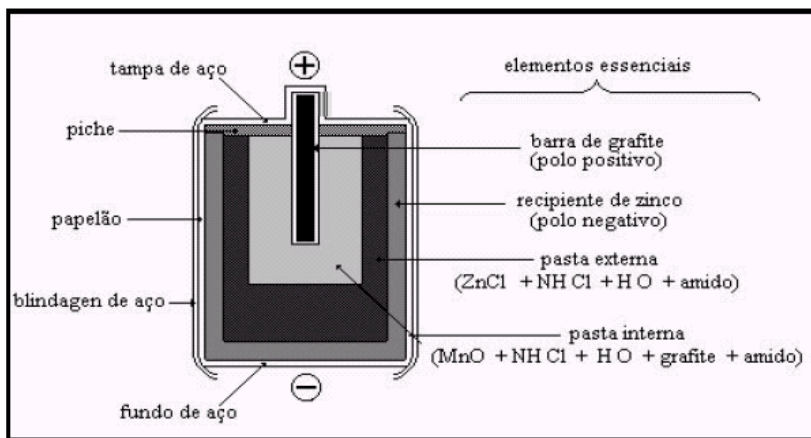
Fonte: De acordo com a pesquisa dos autores

Análise do Roteiro da Segunda Aula

Para a segunda aula foram analisados os dados colhidos pelos FP observadores e as propostas dos FP investigadores. Depois da discussão após a primeira aula (na continuação da mesma noite desta), ficou definido que haveria prosseguimento das atividades da aula anterior e que, na continuação, seriam realizadas três atividades práticas (abertura de uma lâmpada, abertura de uma pilha e montagem de um mesmo circuito com número de pilhas diferentes). O roteiro completo desta aula está mostrado no Quadro 3. A figura incluída neste roteiro, como um esquema de uma pilha Zinco-Carbono, foi retirada de Krüger, Lopes e Soares (1997, p. 33).

1. Continuação das atividades da aula passada
2. Abertura de uma lâmpada:
 - Por onde você imagina que passa a corrente?
 - Quando uma lâmpada queima, o que você acha que acontece?
3. Abertura de uma pilha
 - Comparar com o desenho da pilha fornecido pelos professores, identificando as substâncias.
 - Por que você imagina que a capa de zinco fica “branca e farelenta”?

- Para os grupos que consideram as substâncias da pilhas como ácidas, fazer um teste de pH com papel indicador universal: Colocar uma amostra da pasta preta em um tubo de ensaio, adicionar um pouco de água, e umedecer o papel indicador. Comparar com as cores da embalagem do papel.
- O que você acha que acontece na pilha que faz a lâmpada acender? (Verificar a reação que ocorre na pilha)



4. Montagens variadas utilizando de 1 a 4 pilhas:

- O que acontece com o brilho?
- O que aconteceria se invertêssemos 1 (ou várias) pilha(s)?

Quadro 3 – Roteiro da Segunda Aula

Fonte: De acordo com a pesquisa dos autores

Este roteiro evidencia uma preocupação procedimental (“abrir” e “montar”) associada à vinculação da observação com a reflexão conceitual. Também se percebe uma preocupação com a reflexão ativa a partir das idéias dos alunos e com as dificuldades conceituais comuns dos conceitos envolvidos (“Para os grupos que consideram [...], fazer um teste [...]”).

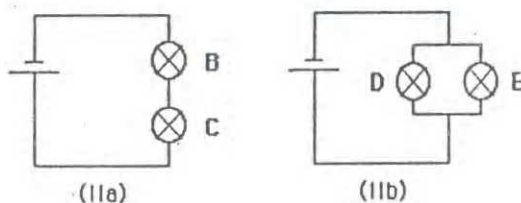
Análise do Roteiro da Terceira Aula

Na terceira aula foi elaborado um roteiro bem mais dirigido. Talvez isso tenha sido consequência de uma certa insegurança que os FP sentiram pelo fato de as atividades anteriores não terem envolvido uma reflexão conceitual de maior amplitude e também pela razão de que eles não desejavam no CE a ocorrência de aulas expositivas. O roteiro foi adaptado de outros materiais trabalhados por eles mesmos em disciplinas de Física.

De qualquer forma, pode-se concluir que apesar de muito bem elaborado e pré-definido, o roteiro (mostrado no Quadro 4) está claramente orientado para as dificuldades conceituais comuns desta área da Física. O roteiro envolve uma primeira parte de explicitação das próprias idéias, seguida de uma sessão de contraste das respostas com o que se observa com as montagens e, por fim, uma aplicação das novas (ou velhas) em outros contextos (montagens) que de alguma forma servem de avaliação das aprendizagens anteriores.

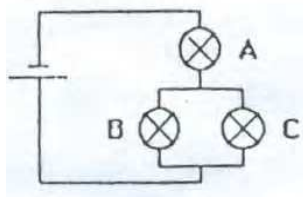
Atividade 1 – Nossas primeiras idéias sobre circuitos com mais de uma lâmpada

- a) Uma pessoa montou os circuitos Ia e Ib mostrados a seguir, seguindo a legenda à esquerda, nos quais as lâmpadas A, B e C são iguais. O que você afirmaria sobre o brilho das lâmpadas B e C quando comparadas entre si e quando comparadas com o brilho da lâmpada A? Justifique sua resposta.

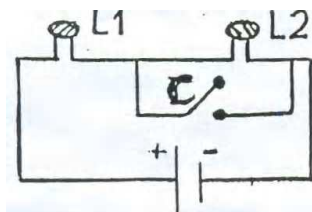


- b) Em seguida, uma pessoa montou, também com lâmpadas iguais, os circuitos IIa e IIb a seguir. O que se pode afirmar sobre o brilho das lâmpadas D e E quando comparadas entre si e quando comparadas com o brilho das lâmpadas B e C? Justifique.

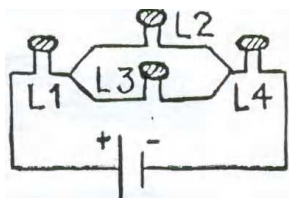
- c) Finalmente, uma pessoa montou o circuito III, mostrado a seguir. Ela verificou que a lâmpada A acendeu, mas as lâmpadas B e C não. Por que você acha que isto ocorreu? O que estaria acontecendo em cada parte do circuito?



- d) Suponha que duas lâmpadas tenham sido ligadas da maneira mostrada a seguir. O que ocorrerá com o brilho das lâmpadas L1 e L2 quando a chave C for “fechada”? Explique.



- e) Quatro lâmpadas iguais são ligadas da maneira mostrada a seguir.



- f) O brilho da lâmpada L1 é maior, menor ou igual ao brilho da lâmpada L4?
 g) O brilho da lâmpada L1 é maior, menor ou igual ao brilho da lâmpada L2?
 h) O que ocorre com o brilho de L1, L2 e L4 se desligarmos L3? Explique.

Atividade 2 – Contrastando nossas idéias

Contraste suas respostas da Atividade 1 com as dos seus colegas de grupo.

Atividade 3 – Testando nossas idéias

- a) Monte o circuito Ia e Ib. Contraste com as suas respostas e com as idéias que foram discutidas no grupo. Como se compara a corrente elétrica que passa na pilha em cada um dos circuitos?
- b) Faça o mesmo com os circuitos IIa e IIb. Como se compara a corrente elétrica que atravessa a pilha em cada caso?
- c) Por fim, monte o circuito III e, com base nas análises anteriores, tente explicar porque as lâmpadas B e C não acendem.

Quadro 4 – Roteiro da Terceira Aula

Fonte: De acordo com a pesquisa dos autores

O roteiro da primeira parte desta aula (Atividade 1) é bastante dirigido e é uma adaptação fiel de materiais oriundos de outras fontes (Axt; Steffani; Guimarães, 1990; Silvera, Moreira e Axt, 1989). Nele se percebe uma preocupação em fazer com que os alunos pensem antes de montar os circuitos. Sua linguagem é bastante acadêmica, ainda que o conceito de “corrente elétrica” apareça apenas implicitamente. O roteiro refere-se ao brilho das lâmpadas como indicador da intensidade de corrente, o que sugere uma preocupação com que a linguagem não se torne uma dificuldade a mais na reflexão sobre os conceitos envolvidos. Há uma clara preocupação com as dificuldades conceituais, na medida em que parte das atividades está orientada para o questionamento da idéia comum de que a corrente elétrica se gasta ao longo de um circuito. Ademais disto ser proposto por meio de teste em diferentes situações.

O roteiro da segunda parte (Atividade 2) reflete uma preocupação com a construção coletiva e a reelaboração das idéias pela interação entre iguais. Por fim, na terceira parte da atividade se fomenta a investigação e o teste de hipótese, buscando a amplitude e a transferência das idéias construídas ou não anteriormente para outros contextos.

Análise do Roteiro da Quarta Aula

Na quarta aula houve a seqüência das atividades não acabadas na aula anterior. Além disso, foi solicitado aos alunos que elaborassem uma síntese das idéias discutidas naquela aula sobre circuitos em série e circuitos em paralelo. Eles poderiam usar livremente o material para refazer alguma montagem ou testar outras novas.

Análise do Roteiro da Quinta Aula

Na quinta aula foram propostas três atividades: (i) um outro questionário para explicitação das idéias dos alunos; (ii) uma atividade prática sobre condutibilidade elétrica e (iii) também uma outra atividade prática sobre o uso de multímetros.

O novo questionário foi empregado para a discussão de outras idéias relacionadas aos circuitos simples e, também, motivar os alunos, mantendo o clima altamente envolvente que as atividades anteriores propiciaram. O questionário mescla linguagem acadêmica com cotidiana (“interruptor” e “elétrons”) e está bastante orientado pela busca de respostas vinculadas a uma correção conceitual.

Mais Idéias sobre Eletricidade

- a) Quando apertamos o interruptor de luz de uma casa, instantaneamente a luz acende. Você sabe por que isso acontece?
- b) Os elétrons se movimentam no fio com velocidade de alguns centímetros por segundo. Como você explicaria o fato de uma lâmpada ligada a um fio, colocado a 3 metros de distância do interruptor, acenda instantaneamente?
- c) O fio da figura a seguir apresenta uma grande quantidade de elétrons livres, que se movimentam de maneira desordenada no seu interior. Desenhe como você imagina que ficarão os elétrons do fio após ser ligado o interruptor.



d) Qual o nome que você daria a esse movimento ordenado dos elétrons dentro do fio?

Quadro 5 – Questionário proposto na Quinta Aula

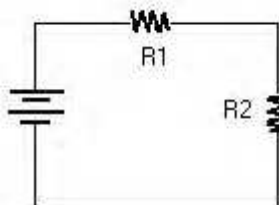
Fonte: De acordo com a pesquisa dos autores

A atividade sobre condutibilidade que foi proposta, bastante conhecida, consistia em testar se uma lâmpada acende quando conectada com materiais diversos (sal de cozinha, açúcar, suco de limão, giz, etc.). Um aspecto interessante dessa atividade é o fato de que os FP solicitavam aos estudantes, antes de experimentar, que fizessem uma previsão sobre o comportamento do material em termos de sua condutibilidade, tentando prever para cada material uma graduação dessa propriedade (colocando +++ para forte, ++ para média e + para fraca) quando comparado com os outros materiais.

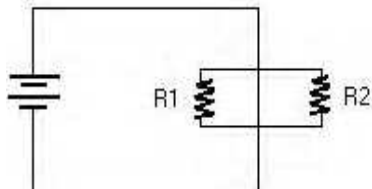
A última atividade prevista neste plano envolvia o uso de multímetros. O roteiro desta atividade, mostrado no Quadro 6, indica uma forte perspectiva experimental confirmatória, na qual se deseja que os alunos compreendam como varia (ou não) a intensidade da corrente elétrica em circuitos variados. Ao mesmo tempo, também revela uma preocupação com as dificuldades conceituais comuns em circuitos. Por fim, cabe ressaltar a intenção, de natureza procedimental, de agregar um equipamento mais complexo (tanto no seu uso quanto na interpretação das suas medidas). Isto é muito importante, pois conforme Axt e Alves (1994), ao se referir ao emprego pelos estudantes destes equipamentos, um aluno domina os conceitos presentes em um circuito elétrico porque usa o multímetro e não o contrário.

Atividades com Multímetro

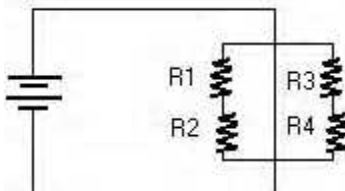
1. Montar o seguinte circuito:



- a) Medir a intensidade da corrente elétrica antes e depois da lâmpada.
 - b) Comparar as medidas.
2. Montar o seguinte circuito:



- a) Medir a intensidade da corrente antes, entre as lâmpadas e depois delas.
 - b) Comparar novamente as medidas.
 - c) Comentar os resultados das medidas com o circuito anterior.
3. Montar o seguinte circuito:



- a) Medir a intensidade da corrente em várias partes do circuito.
- b) Comparar os resultados com o circuito anterior.

Quadro 6 – Atividades com um multímetro

Fonte: De acordo com a pesquisa dos autores

Análise do Roteiro da Sexta Aula

Na sexta aula houve o prosseguimento das atividades não acabadas na aula anterior. O plano de aula previa, especialmente para aqueles mais adiantados, a continuidade dos testes com multímetros em outros circuitos mais complexos, tais como circuitos mistos e circuitos com chaves de interrupção em pontos não comuns (por exemplo, em paralelo com uma lâmpada).

Análise do Roteiro da Sétima Aula

Para esta aula os FP propuseram que cada grupo de estudantes elaborasse um circuito “desafio” para que os demais tentassem resolver. A seguir, os grupos deveriam apresentar a solução aos demais colegas.

Aqui se percebe uma preocupação com a construção conceitual, que se distancia do ativismo experimental tão comum nas práticas docentes que envolvem a experimentação. Além disso, a proposição de elaboração de “desafios” aos outros estudantes aponta, por um lado, para a preocupação com a avaliação e com a transferência do novo conhecimento aprendido e, por outro, a preocupação com a comunicação, o debate entre iguais e interação entre todos os estudantes da classe.

Na seqüência foi planejado que cada FP tutor deveria manter uma conversa informal sobre as idéias dos alunos e sobre as características e os usos de pilhas no cotidiano. O roteiro previa expressamente: “De modo informal, conversar com os alunos sobre algumas situações envolvendo pilhas no cotidiano”. Para isso foi elaborada uma lista de questões que serviriam de roteiro orientador. O Quadro 7 mostra esta listagem.

Algumas situações envolvendo pilhas no cotidiano

- a) Como uma pilha consegue fazer funcionar as coisas?
- b) Qual a diferença entre pilhas grandes e pilhas pequenas?
- c) É possível construir uma pilha? Como?

- d) Por que as pessoas colocam pilhas na geladeira (ou ao sol)?
 - e) Por que as pilhas acabam? Por que não podemos reaproveitá-las?
 - f) Qual a diferença entre pilha recarregável e pilha comum?
 - g) Por que as pilhas vazam?
 - h) Por que a polêmica sobre o descarte das pilhas?
-

Quadro 7 – Questões sobre pilhas

Fonte: De acordo com a pesquisa dos autores

Analisando este “questionário” percebe-se uma evidente progressão em direção a um instrumento de coleta de informações sobre as idéias dos alunos, com mais chance de que as perguntas evoquem de fato os significados construídos por eles e não aquilo que recordam de suas aprendizagens escolares anteriores. As questões apresentam uma linguagem cotidiana, referindo-se igualmente a aspectos do dia-a-dia e com demanda de respostas elaboradas.

Análise do Roteiro da Oitava Aula

Como consequência das discussões sobre pilhas da aula anterior os FP decidiram preparar uma experiência sobre como se pode construir uma pilha. A atividade, adaptada de outro material instrucional do Funbec (1984), previa a medida da diferença de potencial entre distintos tipos de placas metálicas (cobre, zinco, chumbo e alumínio) separadas por papel embebido em diferentes misturas (água, água salgada, vinagre e azeite). O Quadro 8 mostra o roteiro completo desta atividade.

Uma “pilha” diferente

a) Faça uma “pilha” (empilhe) com os seguintes materiais:

1. uma placa de zinco

2. papel-filtro embebido em vinagre

3. uma placa de cobre

- b) Meça a voltagem entre as duas placas usando o multímetro e anote o resultado. O que acontece logo de início?
- c) Onde você imagina que seja os polos positivo e negativo? (Sugestão: compare o que acontece quando você liga o multímetro a uma pilha comercial)
- d) Repita o procedimento anterior substituindo o vinagre por papéis embebidos em: água, água e sal e óleo. Toda vez que você substituir o “recheio”, lave as placas de metal, seque-as e passe sobre elas uma esponja de aço até ficarem brilhantes. Anote os resultados na tabela a seguir. O que aconteceu?

<i>Placas</i>	<i>Recheio</i>	<i>Valor apontado no multímetro</i>
<i>Cu e Zn</i>	<i>Papel-filtro embebido em água</i>	
<i>Cu e Zn</i>	<i>Papel-filtro embebido em água e sal</i>	
<i>Cu e Zn</i>	<i>Papel-filtro embebido em óleo</i>	

- e) Repita o primeiro procedimento, agora substituindo as placas de metal como aparece na tabela a seguir. Use como recheio papel-filtro com vinagre. Anote os resultados.

<i>Placas</i>	<i>Recheio</i>	<i>Valor apontado no multímetro</i>
<i>Cu e Zn</i>	<i>Papel-filtro embebido em vinagre</i>	
<i>Cu e Pb</i>	<i>Papel-filtro embebido em vinagre</i>	
<i>Cu e Al</i>	<i>Papel-filtro embebido em vinagre</i>	
<i>Pb e Al</i>	<i>Papel-filtro embebido em vinagre</i>	
<i>Pb e Zn</i>	<i>Papel-filtro embebido em vinagre</i>	
<i>Zn e Zn</i>	<i>Papel-filtro embebido em vinagre</i>	

- f) Quais pilhas produziram eletricidade? Quais não produziram?
- g) Qual deles você escolheria para fazer uma pilha elétrica?

Quadro 8 – Roteiro da Atividade “Uma pilha diferente”

Fonte: De acordo com a pesquisa dos autores

Análise do Roteiro da Nona Aula

Além da conclusão das atividades da aula anterior, para esta última aula foram estruturados ainda dois momentos de avaliação do curso: um individual e outro coletivo.

No primeiro momento foi apresentado o questionário avaliação elaborado anteriormente e a ser respondido individualmente por cada participante do CE. O questionário está mostrado no Quadro 9.

Avaliando o curso

- Como você pensava que seria o curso?
- O que você pensa sobre:
 - a) As atividades realizadas?
 - b) O ambiente de trabalho livre?
 - c) Ter vários professores participando das aulas?
 - d) O seu aproveitamento? O que você sente que aprendeu até agora? O que você acha que ajudou para isso?
- O que você mais gostou das aulas até agora? E o que você menos gostou?

Quadro 9 – Questionário de avaliação do Curso de Extensão

Neste questionário pode-se perceber uma preocupação maior com a aprendizagem dos alunos do que propriamente com o ensino oferecido. Não se pergunta como os FP se saíram, mas como as suas aulas foram recebidas. Também revela preocupação em avaliar preponderantemente aspectos atitudinais e procedimentais (“ambiente”, “as atividades realizadas”), sem deixar de perguntar sobre a aprendizagem conceitual (“O seu aproveitamento?” e “O que você sente que aprendeu até agora?”).

Na seqüência, e como encerramento do curso, foi elaborada uma lista, mostrada no Quadro 10, com as idéias principais sobre as quais os FP desejavam saber a opinião dos estudantes e também a avaliação dos FP sobre os alunos.

A avaliação dos alunos a respeito do curso, questionando-os sobre:

- a. Suas expectativas sobre o curso – era o que estavam esperando? O que teve de diferente, o que foi bom, ruim...
- b. Se eles sentiram que aprenderam, o que aprenderam, como aprenderam
- c. A tentativa dos professores para que os alunos construíssem suas próprias respostas
- d. O envolvimento com os colegas nas atividades em grupo e com os professores e observadores

Nossa avaliação dos alunos:

- a. Agradecer a sua presença e participação.
- b. Valorizamos a espontaneidade – eles não tiveram (ou perderam) o medo de dizer o que pensam.
- c. Percebemos que houve aprendizagem: na linguagem, na expressão das idéias, na montagem dos circuitos e na capacidade de formular perguntas.
- d. Sobre o trabalho em grupo, percebemos que, em alguns momentos, o cooperativismo e o sentido de coletividade não funcionaram.

Quadro 10 – Avaliação final do Curso de Extensão

Fonte: De acordo com a pesquisa dos autores

Pela listagem final dos itens da avaliação final do CE percebe-se, tanto naquilo que os FP querem saber dos estudantes quanto na avaliação que fazem deles, uma perspectiva bastante complexa de integração entre as diferen-

tes categorias analisadas. É difícil isolar nas duas listas quando se trata de conceitos, atitudes, procedimentos, metodologia e as idéias de cada um quando se refere aos FP ou aos estudantes do CE.

Ademais, parece que todas estas valorações (ou o desejo da sua explicitação) estão fortemente relacionadas com o ambiente de estudo. Tal como ocorre comumente nas interações em sistemas complexos, como é uma sala de aula, cada aspecto é causa e consequência ao mesmo tempo. Isto é, o fato de os FP partirem sempre das idéias dos alunos cria condições favoráveis para uma postura, por parte dos estudantes, menos presa aos conteúdos formais e esta, por sua vez, favorece que as idéias dos alunos permanentemente se explicitem, as quais vão sendo (re)integradas de forma significativa e não impositiva aos temas abordados, gerando um ambiente de trabalho bastante relaxado e produtivo.

Resultados

De modo geral pode-se afirmar que as atividades propostas pelos FP se distinguem, como já se podia adiantar pelas primeiras atividades, por uma mescla de características inovadoras de ensino junto com outras ainda estritamente vinculadas à aprendizagem conceitual e à seqüência lógica dos conteúdos. Por isso, é possível afirmar que não tenha ocorrido grande progressão em direção aos modelos didáticos tomados como referência de modo mais amplo na proposta formativa dos Laboratórios de Ensino.

Para avaliar melhor esta progressão devemos considerar que o espaço formativo promovido pela disciplina de LEC III é bastante limitado em termos de tempo de atuação e também em termos do desenvolvimento da capacidade de conduzir individualmente uma aula.

De fato, o CE envolve aproximadamente 20 horas de aula. Além disso, pelo fato de os encontros serem semanais, o planejamento da aula seguinte sempre ocorre com pressa e ansiedade por parte dos FP. Não há muito tempo

para avaliar os resultados, discutir o que funcionou bem e o que não funcionou como os FP haviam previsto. E, principalmente, não existe muita possibilidade de ocorrer uma análise do avanço conceitual dos estudantes do CE e, em função disso, (re)direcionar as atividades.

O número relativamente grande de professores no curso (aproximadamente igual ao de alunos) também dificulta um acompanhamento da progressão individual dos FP. Ao mesmo tempo, a definição rígida dos papéis desempenhados pelos FP em cada aula (tutor, observador e investigador) se, por um lado, ajuda no envolvimento de todo o grupo, por outro, reduz o tempo de contato com os alunos e restringe a liberdade e continuidade dessa interação.

Apesar de todas estas limitações, todavia, podemos apontar alguns aspectos nos quais a vivência formativa produz aprendizagens profissionais significativas.

A primeira a destacar refere-se ao teste na prática daquelas idéias e estratégias discutidas nos outros LECs e em outras disciplinas correlatas (como as de Física, especialmente). A aplicação de questionários para identificar as concepções dos alunos e roteiros de atividades experimentais em um ambiente sem pressões, tais como seguir determinados conteúdos definidos pelas escolas ou pelos professores tutores quando dos estágios supervisionados, ou ter que manter a ordem e a disciplina em sala de aula, permite uma avaliação centrada na atividade e na metodologia em si. Muitas vezes os FP descartam atividades inovadoras apenas por razões externas (conteúdos, disciplinas, etc.), sem ter tido a oportunidade de testá-las em um contexto favorável.

Uma segunda aprendizagem importante, relacionada à anterior, diz respeito ao aspecto procedimental da atuação docente. A necessidade de elaborar materiais concretos para alunos “reais” supera a mera postura declarativa dos LECs anteriores. Além disso, o teste sem pressões dos materiais elaborados mediante uma atuação de forma coletiva promove uma formação complementar e necessária à aprendizagem conceitual. Em consequência, muitos dos FP relatam ter aprendido mais sobre circuitos nessa disciplina do que aquelas que tratam especificamente deste conteúdo.

Por fim, como terceira aprendizagem profissional, a mais importante segunda nossa perspectiva formativa, destaca-se a dimensão atitudinal. Ao final do curso, percebe-se que os FP consideram altamente positivo o fato de que aquelas idéias inovadoras discutidas nos LECs anteriores são passíveis de aplicação.

Neste contexto destacam-se a postura de partir sempre das idéias dos alunos (tanto para a condução conceitual quanto para a motivação das aulas) e o desenvolvimento de atividades experimentais (especialmente a facilidade de encontrar materiais adequados e a convivência sem traumas com situações nas quais o que foi planejado simplesmente “não funciona”).

Além disso, a constatação de que é possível “aventurar”, abordando conteúdos sobre os quais não “sabemos tudo”, conduz à reflexão de que é possível aprender de e com os estudantes e, principalmente, de que nossa ignorância ou falhas (metodológicas) não afetam nossa auto-estima e auto-imagem. Ao contrário, os FP saem com a impressão de que os estudantes de Ensino Médio lhes dão mais valor na medida justamente em que estes se mostram mais humanos.

Considerações finais

Cabe ressaltar que a análise aqui desenvolvida é parcial e terá continuidade em outras edições do CE. Na realidade, a interação entre os FP e entres estes e os estudantes é muito mais rica do que aqui se apresentou. Os planos de aula apenas contêm as ações definidas, deixando de lado outras dimensões do processo. Da mesma forma, outras análises ainda deverão ser desenvolvidas para uma avaliação mais completa de toda a vivência formativa.

Nesse sentido poderão ser muito úteis as análises detalhadas da avaliação dos estudantes do CE sobre os FP e a análise das impressões individuais dos FP (conduzidas, por exemplo, por meio de entrevistas). Mesmo assim, a valoração geral dessa vivência parece confirmar que oferecer espaços para que os futuros professores ponham em prática as suas idéias (supostamente)

inovadoras pode favorecer uma progressão significativa, especialmente atitudinal, em direção à aceitação e adoção de práticas docentes mais coerentes com as diretrizes estabelecidas pelas reformas educacionais e com os resultados das pesquisas na área.

Referências

AXT, R.; ALVES, V. M. O papel do voltímetro na aquisição do conceito de diferença de potencial. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 11(1): p. 19-26, 1994.

AXT, R.; STEFANI, V. H.; GUIMARÃES, V. H. *Um programa de atividades sobre tópicos de Física para a 8ª série do 1º grau*. Porto Alegre: Instituto de Física, 1990.

FUNDAÇÃO Brasileira Para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências. *Eletricidade*. Rio de Janeiro: FAE, 1984.

HARRES, J. B. S.; PIZZATO, M.; HENZ, T.; WEBER, L. *Uma hipótese de progressão do desenvolvimento profissional: análise de um caso na formação inicial de professores*. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, São Paulo, 2003.

HARRES, J. B. S.; PIZZATO, M. C.; HENZ, T.; FONSECA, M. C. *Evolução inicial das concepções didáticas de futuros professores de ciências exatas*. IX Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física, Jaboticatubas, MG: 2004.

HARRES, J. B. S.; PIZZATO, M. C.; FONSECA, M. C.; HENZ, T.; PREDEBON, F.; SEBASTIANY, A. P. (Org.). *Laboratórios de Ensino: inovação curricular na formação de professores de ciências*. Santo André: Esetec Editores Associados, 2005. 99 p.

KRÜGER, V.; LOPES, C. V. M.; SOARES, A. R. *Eletroquímica para o ensino médio*. Porto Alegre: UFRGS, 1997.

PORLÁN, R. *Constructivismo y escuela*. Sevilla: Díada, 1993.

PORLÁN, R.; RIVERO, A. *El conocimiento de los profesores*. El caso del área de ciencias. Sevilla: Díada, 1998.

SILVERA, F. L.; MOREIRA, M. A.; AXT, R. *Validação de um teste para verificar se o aluno possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples*. *Ciência e Cultura*, 41(11):1.129-1.133.

Recebido em 6/9/2007

Aceito em 1º/10/2007