

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Instituto de Física

Instituto de Química

Instituto de Biociências

Faculdade de Educação

UMA PROPOSTA PARA CARACTERIZAR A ATUAÇÃO DO PROFESSOR NA SALA DE AULA

ANNE LOUISE SCARINCI

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Jesuína Lopes de Almeida Pacca

Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Comissão Examinadora:

Jesuína Lopes de Almeida Pacca (IFUSP)

Maria Lúcia Vital dos Santos Abib (FEUSP)

Dominique Colinvaux (UFF)

SÃO PAULO

2006

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Scarinci, Anne Louise

Uma proposta para caracterizar a atuação do professor na sala de aula. São Paulo, 2006.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo.
Instituto de Física e Faculdade de Educação.

Orientador: Profa. Jesuína Lopes de Almeida Pacca

Área de Concentração: Ensino de Ciências

Unitermos: 1. Ensino médio; 2. Formação de professores; 3. Construtivismo (educação); 4. Aperfeiçoamento de professores 5. Física

USP/IF/SBI-076/2006

Nasrudin decidiu que poderia beneficiar-se com o aprendizado de algo novo, e procurou um professor de música.

“Quanto cobra para ensinar alaúde?”

“Três moedas de prata no primeiro mês, e daí em diante uma moeda de prata por mês.”

“Ótimo!”, disse Nasrudin. “Começarei pelo segundo mês.”

Aos professores brasileiros

AGRADECIMENTOS

Este passeio pelo universo da pesquisa em ensino de ciências constituiu, primordialmente, uma aventura inesquecível. O aprendizado que tive durante esses anos de mestrado me desvendou caminhos e me permitiu ver os conhecimentos relacionados à física e à docência sob vários ângulos e também sob “altitudes” diferentes, o que se constituiu essencial para o meu desenvolvimento profissional, como também para o pessoal.

Ao lançar âncoras a esse porto intermediário da jornada, lembro-me de que a realização dessa pesquisa não seria possível sem o apoio de uma rede de pessoas e instituições, às quais deixo meus sinceros agradecimentos...

À professora Jesuína, orientadora desta pesquisa, pela excelente orientação recebida, minha especial gratidão pelo apoio permanente e pela grande paciência.

À mamãe, protagonista da inspiração primeira, pelo carinho, confiança, incentivo e apoio constantes e incansáveis.

Ao Marcelos, pela companhia, pelos momentos de lazer necessários para preservar a sanidade, pela presença amorosa... e também pelos momentos de ausência.

Aos meus colegas da pós-graduação interunidades, pela contribuição direta ou indireta nas discussões do meu projeto. Em especial, aos colegas do grupo de pesquisa e do grupo de estudos do Kuhn, que se mostraram valorosos interlocutores e nos presentearam com excelentes discussões acadêmicas.

Aos professores do programa de pós-graduação interunidades pelas suas pontuais, porém valorosas colaborações e incentivos. Em especial aos professores ligados ao Instituto de Física da USP, pela manutenção de um frutífero ambiente acadêmico.

Aos professores A. Villani, M. Robilotta, S. Salém, N. Ferrara, J. Fusari, S. Pimenta, M. I. Almeida, L. C. Menezes e M. Gadotti pelos cursos ministrados, os quais me propiciaram inquietações fundamentais e um inestimável enriquecimento intelectual.

A todos os funcionários do departamento, pela atenção, disponibilidade e simpatia.

À escola Palmares de Curitiba, que nos apoiou para o ingresso no mestrado, apesar das limitações sofridas pelo nosso trabalho na instituição, o qual precisou ser, infelizmente, interrompido no decurso, para que essa pesquisa se fizesse.

Ao CNPq, instituição da qual fui bolsista, pelo apoio financeiro essencial para o máximo aproveitamento desse momento de formação. À FAPESP, pelo apoio ao projeto de formação de professores do qual vieram os dados dessa pesquisa.

Meu carinho e dedicação a todos os professores que, participando direta ou indiretamente desse estudo, possibilitaram-me investigar e compreender melhor a docência em física e as características da nossa profissão.

RESUMO

Este trabalho resulta de uma pesquisa observacional, realizada no período de 2004 a 2005 em São Paulo, junto a um grupo de professores de física em formação continuada. Nossa problemática mais ampla se insere no contexto da formação de professores, e nosso problema inicial se sustentou no reconhecimento do aprendizado incipiente dos professores nos cursos, a contar pelas poucas mudanças resultantes em sua atuação.

A primeira observação mais objetiva que deu origem ao problema específico de pesquisa foi o truncamento da seqüência pedagógica do professor, quando ele ensaia mudanças em sua prática a partir da tentativa de aplicação das propostas do curso. Percebemos que o incômodo do professor com essa ruptura gerada na seqüência muitas vezes o dissuadia de continuar a aplicar a novidade aprendida. Em que consiste esse truncamento e como ocorre? Quais são os obstáculos (conceituais/epistemológicos) do professor que podem causar o truncamento?

Essa pergunta nos motivou a estudar quais são as características da atuação do professor em sala de aula e como essas características mudam, ou oscilam, quando o professor está em processo de re-elaboração de sua prática, motivado por um programa de formação. Escolhemos um grupo em formação continuada entendida por nós como construtivista. Analisamos a atuação dos professores sob esse referencial, e agrupamos suas características em três dimensões quanto à atuação mais direta em sala de aula - o professor e as estratégias, o professor e as habilidades e o professor e as atitudes - e duas dimensões quanto à reflexão e avaliação do professor sobre o seu trabalho - avaliação que o professor faz do seu trabalho e meta-avaliação ou tomada de consciência.

Relacionamos o truncamento da seqüência pedagógica com a incoerência nas estratégias e atitudes do professor conforme ele aplica a teoria de ensino que está aprendendo, mas mantém aspectos de sua prática ainda embasados na teoria antiga. Concluímos que o aprendizado de uma nova teoria de ensino e sua aplicação em sala de aula requer uma mudança atitudinal de base, mais fundamental do que possíveis mudanças nas estratégias de ensino, passíveis de planejamento. A mudança de atitudes é complexa, porque envolve mais que simples substituições, e prolongada, pois depende de *feedback* a situações concretas trazidas da prática.

ABSTRACT

This work is the result of an observational research, carried out in the period of 2004 to 2005, in Sao Paulo, along with a group of highschool physics teachers in in-service teacher training course. Our broader issue is inserted in the context of teacher education and our initial problem was based in the recognition of the incipient learning of teachers in the courses, as identified from the few changes resultant in their practice.

The first more objective observation that gave birth to our research question was the teachers' fragmentation of the pedagogical sequence when trying out changes in their practice; that fragmentation coming from attempts of application of the course's proposals. We noted that the discomfort of the teacher with this generated disruption in the sequence many times discouraged them from persisting in putting the new learning into practice. What does this fragmentation consist of and how does it occur? What are the obstacles (conceptual, epistemological) of the teacher that can cause the disruption?

This question motivated us to study the characteristics of teacher practices in the classroom and how these characteristics change, or oscilate, when teachers are in process of re-elaboration of their practice, fostered by a teacher education program. We chose a group participating of an in-service teacher training program, which we understand as constructivist. We analysed the classroom practice of the teachers within this framework and grouped their characteristics into three dimensions as of their more direct classroom practice - teacher and their strategies, teacher and their habilities, and teacher and their attitudes - and two dimensions as of the reflection and self-evaluation of their work - evaluation that teacher makes of their work and meta-evaluation.

We related the fragmentation of the pedagogical sequence with the incoherence in the teachers' strategies and attitudes when they apply the teaching theory they are learning, but at the same time maintain aspects of their practice still founded into the old theory. We concluded that the learning of a new teaching theory requires a ground attitudinal change, more fundamental than possible changes in the teaching strategies, these ones capable of planning. An attitude change is complex as it involves more then mere substitutions, and time-taking, as it depends on feedback to concrete situations brought from the classroom practice.

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	1
INTRODUÇÃO.....	6
CONTEXTO	8
OS CAMINHOS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES.....	8
ALGUMAS VISÕES SOBRE A FORMAÇÃO DO PROFESSOR E SUAS CARACTERÍSTICAS PROFISSIONAIS	10
O PROBLEMA DE PESQUISA	18
METODOLOGIA DA PESQUISA	21
DESCRIÇÃO GERAL.....	21
AS FONTES DE DADOS.....	22
O GRUPO DE PROFESSORES E AS ATIVIDADES.....	25
ANÁLISE DOS DADOS.....	31
O PROFESSOR E AS ESTRATÉGIAS	31
O PROFESSOR E AS HABILIDADES	52
O PROFESSOR E AS ATITUDES.....	66
A AVALIAÇÃO QUE O PROFESSOR FAZ DO SEU TRABALHO	78
META-AVALIAÇÃO – TOMADA DE CONSCIÊNCIA.....	86
QUESTÕES ANALÍTICAS	93
INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS.....	94
SIGNIFICADO CONSTRUTIVISTA DO INSTRUMENTO DE ANÁLISE	99
UM POSSÍVEL PERFIL PARA O PROFESSOR.....	113
CONCLUSÃO	119
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	124
ANEXO 1: ENTREVISTAS COM PROFESSORES	127
ANEXO 2: ALGUMAS INFORMAÇÕES SOBRE OS PROFESSORES DO ESTUDO	136
ANEXO 3: AVALIAÇÃO FEITA POR SZ	138

APRESENTAÇÃO

Às vezes pode ser interessante compartilhar os caminhos que nos levaram à proposição específica de uma pesquisa. A trajetória que desembocou nas questões sobre a formação de professores, e que trago nessa apresentação, tem a intenção de contextualizar a busca da *questão primeira*, a qual terá depois seus desdobramentos para compor o problema de pesquisa que será proposto mais adiante.

Constato, logo de início, que essa trajetória me parece, agora em visão retroativa, bastante trivial e similar à de muitos formadores de professores, pesquisadores e estudantes que se decidiram a investigar essa área: basicamente, começa-se com uma prática de formação repleta de expectativas de sucesso, passa-se por uma crise e tomada de consciência dos poucos resultados alcançados, e termina-se com a grande pergunta – como planejar um curso de formação realmente eficaz para a mudança na prática do professor?

Meus primeiros contatos com formação e capacitação de professores foram em 1998, enquanto trabalhava em uma escola em que eu era a única “especialista em ciências”, e era ocasionalmente chamada para ministrar pequenas oficinas concernentes a esse tema aos demais professores da escola. O que eu supunha que se precisava abordar nesses pequenos cursos era algo em torno de especificidades do trabalho em ciências, temas interessantes e apropriados, atividades para incluir no planejamento e seus objetivos. Nessa época, eu saía dos cursos satisfeita, pois os professores redigiam apreciações ao final das oficinas, e todas elogiavam bastante o trabalho, enfatizavam sua pertinência para a prática profissional etc. Os professores eram geralmente de ensino fundamental, 1º e 2º ciclos, competentes no que faziam, mesmo a contar pelas perguntas e articulações que emergiam no decorrer dos cursos. Dessa forma, não haveria motivos para não confiar no que diziam as apreciações.

Em 2003, fui convidada a participar, por uma universidade do sul do Brasil em parceria com a Secretaria Estadual de Educação, de um projeto de formação continuada de nome “Alfabetização Solidária”, que, naquela etapa, atingiria professores da rede pública de 5 pequenas cidades do interior do Paraná e uma em Pernambuco. Nessa época estava

fazendo uma segunda graduação nessa instituição, e como já era graduada em Física, fiquei responsável, junto a uma equipe de mais duas estagiárias de último ano de Pedagogia, por planejar e aplicar módulos de formação em ensino de ciências para essas seis cidades.

Os cursos que aplicamos tiveram durações diversas, desde 2 horas até uma semana inteira. Os módulos iniciais aconteciam em Curitiba, em caráter intensivo, após o qual os professores continuavam a receber acompanhamento em suas cidades. Nas cidades dos professores, como nós chegávamos pela manhã (o curso de capacitação aconteceria no período da tarde), tínhamos a oportunidade de visitar escolas e salas de aula, e inclusive acompanhar aulas de professores inscritos nos cursos. Os professores em geral não se acanhavam muito e alguns inclusive gostavam de mostrar a sua realidade às formadoras. Queriam também mostrar que realizavam algumas das atividades que já haviam sido ensinadas ou sugeridas nos módulos anteriores do curso.

E o que as formadoras percebiam? Que apesar de as apreciações coletadas ao final dos cursos permanecerem positivas, de entusiasmo e gratidão pelo curso oferecido, a mudança real da prática não se havia alterado de nenhuma forma que se pudesse considerar significativa, e as atividades realizadas pelos professores, das que haviam sido sugeridas pelo curso, eram freqüentemente adulteradas nos objetivos que justificavam sua inclusão no planejamento. E os professores desculpavam-se disso, invocando motivos de limitações de material, de espaço físico, de número de alunos, de condições culturais dos alunos, de tempo, etc.

De fato, a não-mudança das práticas e a deturpação das idéias veiculadas ocorrem com freqüência, a contar pela vasta literatura que descreve resultados e sentimentos oriundos de programas de formação continuada. Um artigo em que se constata a inquietação de um grupo de formadoras (Gatti et al, 1975) com o que avaliaram como *resistência* dos professores à mudança de suas práticas, descreve os professores como portadores de um “conjunto de atitudes e expectativas que nem sempre são as mais adequadas para acelerar um real processo de mudança ao nível da tecnologia do ensino”. Entre essas atitudes inadequadas dos professores, os formadores em geral se queixam da procura por receitas prontas, de mecanismos de defesa de nível psicológico (professores fogem a admitir sua responsabilidade pelo fracasso dos alunos) e preconceito em relação à teoria (Perosa, 1997).

Quanto aos motivos alegados pelos professores para a não-mudança das práticas, não se nega que limitações e entraves externos ao trabalho do professor certamente existem e são bem palpáveis. Contudo, nenhum curso de formação continuada é concebido para sugerir mudanças ou implementos irrealizáveis dadas as condições iniciais das escolas públicas (muito embora isso possa acontecer). Porém, mais que isso, na condição de formadoras nós não poderíamos crer nesses entraves como impedimentos absolutos à mudança, sob pena de concluir que qualquer curso de capacitação seria inútil para as nossas escolas, que nunca estão nas condições “ideais”, sejam estas lá quais forem. Trocando em miúdos, as razões apontadas pelos professores quanto às condições externas desfavoráveis, embora verdadeiras, não eram premissas inteiramente válidas. A bem da verdade, a mais justa implicação que decorria das nossas observações de aulas, tínhamos que admitir, era que o curso de capacitação não estava atingindo seus objetivos e que a equipe de formadores estava falhando.

Inexperiência das formadoras? Causa provável, indubitavelmente. Perrenoud (2000) admite que muitos cursos são planejados e ministrados por professores “só um pouco à frente daqueles que eles formam”. Era o nosso caso. Além disso, o formador amiúde carece de uma ‘compreensão real’ dos fatores que determinam as ações do professor. Para o autor, um equívoco clássico a que incorre o formador é a idéia de que a mudança depende de um simples esclarecimento racional, subestimando outros determinantes da prática pedagógica (Perrenoud, 1993). Talvez estivéssemos cometendo essa ingenuidade.

Entretanto, em conversas informais com os professores, ouvíamos várias críticas às demais equipes de formação que atendiam as cidades contempladas (os professores também recebiam módulos ministrados por professores da UFPR e formadores da Secretaria da Educação, além de outros estagiários em Pedagogia). Basicamente as críticas eram de que os formadores os consideravam descapacitados, de que os cursos eram muito teóricos, não trazendo elementos realmente úteis à prática dos professores, e de que os conteúdos ensinados não eram aplicáveis àquela realidade – críticas que agora percebo serem absolutamente comuns à maior parte dos cursos de formação.

E essas críticas, note-se bem, estendiam-se à equipe experiente... Estávamos diante de um complicado quebra-cabeça. Analisando nossos planejamentos, pensávamos – ‘sim, pode ser que os outros módulos sejam teóricos demais ou desvinculados da realidade de

sala de aula, mas o nosso certamente não compartilha dessas propriedades'. Ou sim? As críticas dos professores não se direcionavam a nós, pois as apreciações ao final dos módulos continuavam em sua maioria positivas. Estariam os professores silenciando suas opiniões sinceras para conosco por polidez ou outro motivo qualquer? Não conseguimos elementos que resolvessem a questão, e o quadro não se alterou mesmo após termos operado diversas tentativas de ajustes no nosso planejamento e de mudanças do foco e dos temas. As apreciações eram sempre positivas, e os resultados reais muito pouco satisfatórios para os nossos objetivos.

Essa se tornou a minha problemática inicial ao ingressar no mestrado. Minhas primeiras hipóteses eram de que os cursos talvez seriam muito curtos para propiciar mudança conceitual aos professores, e também de que o número grande de participantes restringiria um acompanhamento mais personalizado por parte dos formadores. E naturalmente uma outra hipótese era da inexperiência da equipe formadora, porquanto as reclamações fossem intensas também em relação aos profissionais da Secretaria de Educação envolvidos, que certamente eram muito mais expertos em formação de professores do que nós, estagiários de Pedagogia.

Em pouco tempo, percebi que as minhas justificativas para o fracasso do programa de formação eram muito semelhantes às dos professores que freqüentavam esses cursos – e que alegavam falhar na aplicação das novas práticas também em função de tempo, número de alunos, falta de pré-requisitos, condições físicas dos locais de curso... Contudo, apesar das fortes suspeitas de que algum outro fator estivesse passando despercebido, era importante fazer uma análise da supressão desses outros fatores supostamente prejudiciais. O que se consegue a mais em um curso, ajustando favoravelmente o tempo e o número de professores?

Fiz então uma experiência, em 2004 (já estando no programa do mestrado em ensino de ciências), vinculada ainda ao projeto Alfabetização Solidária, de oferecer um curso de capacitação a um número reduzido de professores e com duração maior, inclusive em termos de espaçamento no decorrer do ano letivo, para possibilitar às professoras aplicação dos conteúdos estudados e retorno quanto às dúvidas e percalços encontrados. Foi quando saltou aos meus olhos uma peça mais específica do quebra-cabeça – a dificuldade que os professores tinham em encaixar os conhecimentos aprendidos no curso dentro do conjunto das suas ações de sala de aula. Parecia que havia algum conflito interno

que os levava a uma grande insegurança quando da tentativa de mudança das próprias práticas.

Essa constatação, já de início, abriu uma janela ao esclarecimento dos motivos pelos quais os professores pediam “receitas prontas”. A dificuldade em conectar “pedaços” de uma prática nova, entre si e com elementos da prática habitual, levava-os a pedir por idéias com começo-meio-e-fim: os professores gostariam de práticas novas que trouxessem consigo algo parecido com o passo-a-passo de uma receita, ‘prevendo todos os imprevistos’ e trazendo os conhecimentos não somente em nível teórico, racional e técnico, mas também em nível prático e, inclusive, afetivo. Isso é de fato uma quimera para um curso de formação, pois a sala de aula não se comporta conforme figurinos.

Durante esse curso de capacitação já houve uma tentativa de pesquisa e a experiência foi importante para a definição de idéias, uma vez que nas intervenções, assim como nos resultados, já houve um olhar com a preocupação de buscar elementos que nos permitissem analisar o contexto de formação em relação a um aprendizado real dos professores. Com base nessas observações preliminares, a proposição da pesquisa se concretizou e, a partir daí, a coleta de dados poderia ser mais específica.

Assim, em 2005, comecei a acompanhar um grupo em formação continuada no Instituto de Física da USP, tendo afinado meu problema de pesquisa para essa questão mais objetiva, de observar com maior profundidade esse *truncamento da seqüência pedagógica* do professor quando da sua tentativa de inclusão de novas idéias, veiculadas pelos cursos de formação continuada, às suas ações habituais de sala de aula.

INTRODUÇÃO

Como já procuramos mostrar na apresentação desse texto, essa pesquisa tomou foco em apenas uma peça do complicado quebra-cabeças da formação de professores de física.

Através da constatação inicial de um truncamento na sequência pedagógica do professor que ensaiava modificar sua prática, e procurando descobrir os motivos que poderiam ocasionar esse truncamento, voltamo-nos a uma *caracterização da atuação do professor na sala de aula*.

Procuramos coletar informações de como os professores de física planejam um tema de ensino, como conduzem as atividades desse tema em sala de aula, que estratégias utilizam para levar os alunos desde a motivação da abertura de um assunto até as aulas de fechamento e avaliação, e como incluem os imprevistos comuns da prática na operacionalização do planejamento – perguntas dos alunos, constatação da existência de obstáculos ao aprendizado etc.

Como a caracterização da atuação dos professores pretendia localizar pontos de truncamento ocasionados na tentativa de mudança da prática, procuramos como população amostral da nossa investigação professores que participavam de um programa de formação continuada, pois esses professores teriam um tipo de prática dominada, e estariam tentando modificá-la.

Por sorte conseguimos um grupo¹ excelente para nossos propósitos, pois contava com momentos em que os professores sentiam-se livres e incentivados para contar sobre suas aulas, expor seus problemas práticos e dúvidas teóricas, e relatar inquietações, sucessos e fracassos na aplicação dos ensinamentos do curso nas aulas.

¹ O grupo faz parte de um projeto de pesquisa para a melhora do Ensino Público subvencionado pela FAPESP desde 2003 e coordenado pela Prof^a Dr^a Jesuína L. A. Pacca.

Nosso texto começará situando nosso problema no contexto mais amplo da formação de professores. Traremos um breve histórico dessa prática no Brasil e resumiremos os direcionamentos atuais nessa área.

Em seguida, descreveremos como objetivamos nosso problema de pesquisa e que metodologia utilizamos para a coleta e análise dos dados. Compartilharemos os resultados de nossa busca por um referencial de interpretação e procuraremos, ao final, encaminhar respostas para algumas das nossas questões colocadas.

Esperamos estar contribuindo para o desenvolvimento das pesquisas sobre a formação de professores, adicionando algumas peças a esse panorama de investigações através da identificação de elementos da competência do professor dentro das condições de sala de aula e da investigação da problemática da concepção de ensino do professor e sua influência sobre a aprendizagem.

CONTEXTO

OS CAMINHOS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

A crise institucional com a problemática da formação de professores, embora bastante em foco na atualidade e desde os anos 80 / 90, não é recente. Do início do século XX, e mesmo já no século anterior, fala-se e escreve-se criticando a má formação docente. Por que então só agora as atenções (e os investimentos) centraram-se mais sistematicamente nesse quadro?

O problema motivador à preocupação com a formação docente é na verdade o fracasso escolar, explicitado pelos índices de repetência e evasão dos alunos. Naturalmente, a qualidade do ensino público não pode ser considerada *a priori* decorrência direta e única da formação docente, entretanto essa é, inclusive historicamente, apontada como a causa principal, acima inclusive da forte vertente das deficiências de aprendizagem, bastante em voga nos anos 60 e 70 (Therrien, 1996).

Os números da repetência começaram a se contabilizar oficialmente a partir da década de 1930, quando do começo da ampliação das vagas nos bancos escolares para as classes populares. Embora contássemos sistematicamente, desde então, com índices de repetência/evasão que ultrapassavam os 50% (no caso da primeira série do ensino fundamental), a preocupação maior, ao menos dos órgãos oficiais, era com a ampliação da oferta de escolarização básica, que somente nos anos 80 atingiu patamares considerados satisfatórios (Veras & Vieira, 1994). Assim, os pesados investimentos na capacitação docente (especialmente para os profissionais em serviço – modalidade formação continuada) decolaram no Brasil a partir dessa década, quando as atenções finalmente se deslocaram da quantidade para a *qualidade* do ensino.

Em relação ao ensino de física, tivemos, num período anterior – década de 60 – o movimento dos projetos, que veio como reflexo de uma febre norte-americana pela formação de cientistas. Com o lançamento russo do Sputnik, em 1958, uma grande inquietação pairou no ar em busca das causas da defasagem da ciência ocidental em conseguir ‘conquistar o Espaço’. Dentre os fatores mais “óbvios” encontrados para a

carência de bons cientistas, apontou-se a educação como pouco incentivadora para a promoção do espírito científico. Essa reação desembocou na elaboração do projeto PSSC e, seguindo-o, vários outros, como o Harvard e o Nuffield.

Os projetos foram exportados para vários países. No Brasil, o fracasso da implantação do PSSC motivou a criação de projetos “mais adequados à nossa realidade”, como o projeto Piloto, e mais tarde o PEF, o FAI, o PBF, entre outros. A cada divulgação de projeto, oferecia-se treinamento aos professores.

Os projetos veiculavam uma diversidade de abordagens e concepções de ensino, um aprofundando mais os conceitos e os métodos do fazer física, outro priorizando a linha CTS, outro ainda seguindo um viés histórico e filosófico. Todos, no entanto, partilhavam da concepção de professor como um *aplicador do projeto, i.e., não se abordou a possibilidade de mudança na concepção de ensino do professor*. E mais algo em comum – embora o esforço engendrado para os projetos esteja longe de ser considerado uma perda de tempo, visto que trouxeram novas idéias e focos no ensino de física, eles não vingaram, e o professor, findo o projeto, voltava à sua prática habitual anterior. Não se observavam resultados significativos de melhora no aprendizado dos alunos.

Assim, dos programas grandemente influenciados pelo behaviorismo nos anos 70, para os cursos de divulgação das propostas curriculares na década de 80 – extensionistas e palestrantes, bem como as tentativas de implantação dos projetos em ensino de física, todos foram avaliados como pouco eficazes (Pacca & Scarinci, 2006). Em sua tese de doutoramento, Perosa (1997) colhe depoimentos que denunciam os “modismos, conflitos e equívocos na absorção das idéias” veiculadas pelos cursos, bastante ilustrativos das falhas nos programas:

“(...) De repente, a coisa foi de um extremo ao outro. Então assim, é tão frágil esta coisa de você absorver uma nova prática, (...) você acaba enfiando os pés pelas mãos. Então a gente começou a observar, de uma época em que você só tinha a escrita no quadro negro (...) a gente passou para poluir, as classes eram verdadeiros circos.” (depoimento de professor, in Perosa, 1997, p.81)

No início da década de 90, após vários programas de “treinamento”, “reciclagem” e depois “capacitação” do professor, consumindo pesados recursos e devolvendo poucos resultados, pesquisadores voltaram-se à análise desses cursos, alimentando intensos

debates sobre a formação docente, que, esta, apesar de tudo, seguia como lugar privilegiado entre as opções encontradas para combater a má qualidade do ensino público.

Em realidade, até então não se tinha pesquisado o professor. Embora várias investigações sobre como se aprende tenham sido extrapoladas em suas conseqüências prescritivas, as questões de *como o professor aprende a ensinar*, que habilidades ele possui e quais deve desenvolver, e também como transforma suas concepções sobre o ensino, emergiram apenas na década final do século XX, no exterior e também no Brasil (Villani & Pacca, 1992, Villani & Pacca, 1996).

ALGUMAS VISÕES SOBRE A FORMAÇÃO DO PROFESSOR E SUAS CARACTERÍSTICAS PROFISSIONAIS

A vasta literatura que aflorou a partir da década de 90 sobre as características esperadas dos professores – e de uma formação que levasse a cabo tal projeto – se fez possível a partir da crise da racionalidade técnica e da constatação de sua inabilidade em resolver os problemas da formação docente (Contreras, 2002). Dos aspectos que incorporaram a crise, citamos quatro em particular:

A mudança na visão de inovação e de modificação das práticas. A idéia de uma prática nova, necessariamente bem sucedida desde que bem compreendida pelos professores e aplicada sem distorções, revelou-se inútil como contra-producente. A realidade do ensino passou a ser assumida em sua complexidade e constante mutação e, nesse quadro, as transformações não mais poderiam ser encaradas como soluções definitivas ou passíveis de manejo uniforme e independente dos contextos específicos de ensino e da comunidade envolvida. Passou-se a conceituar as inovações como introduções de novas variáveis, baseadas em teorias e concepções de ensino não necessariamente partilhadas *a priori*. Além disso, toda inovação indubitavelmente gerará alguns retornos imprevisíveis (soluções originais, mas também novos problemas), de modo que a mudança será mais bem definida como “um processo contínuo de desenvolvimento, evolução e aprendizagem” (Contreras, 2002, p. 234).

Mudança na visão de escola. De mera justaposição de classes, alunos e professores isolados, a escola passa a ser encarada como uma unidade de ação educativa. Coerentemente, as propostas novas para a educação devem também levar em conta o cenário institucional e cultural da comunidade escolar, pois os hábitos, as normas e as relações constituídas pelo grupo fazem parte da rede de sustentação das práticas individuais de seus membros.

Mudança na visão de professor. Assim como na década anterior o movimento das concepções alternativas houvera descoberto que *o aluno pensa*, os anos 90 constataram que também o professor tem concepções próprias, não só sobre o conteúdo disciplinar, mas também sobre o que seja o próprio ato de ensinar e seus objetivos, metodologias, etc. Descobriu-se também que, não menos importantes que essas concepções, dentre os fatores norteadores da prática docente, figuram também aspectos de ordem emocional – os sentimentos e a vontade do professor são relevantes e devem ser considerados. Em decorrência, a metáfora mais adequada para o ofício de professor deixou de ser a do “receptáculo das idéias inovadoras” ou a do “técnico que põe em prática o que a ciência descobriu”, e surgiram motes como o de agentes ativos, colaboradores, pensadores dinâmicos e elaboradores de conhecimento profissional prático.

Mudança na visão de relação entre as diversas formas de conhecimento. A imperiosa hierarquização entre o conhecimento profissional prático e o conhecimento acadêmico entra em declínio, especialmente a partir dos estudos de Schön, que designam papel de destaque ao ‘conhecimento na ação’. Na mesma linha de pensamento, não se recomenda preterir as esferas afetivas e ideológicas aos aspectos cognitivos em um programa de formação. Cursos passaram a almejar a discussão de valores e propósitos educativos, e neles fundamentar as propostas de ação e mudanças das práticas.

Dentro desta nova visão, emergiram diversas correntes de análise da profissão docente e de suas especificidades e afloraram bandeiras de professor reflexivo, profissionalização através da autonomia, competências profissionais, professor pesquisador, dentre outros. À parte de uma possível descaracterização que sofreram esses adjetivos, impulsionada pela massificação do uso e pela apropriação pelos vários sistemas educativos, bem como dos riscos decorrentes da compreensão estreita ou parcial de seus significados, procuraremos a seguir descrever qual foi a contribuição efetiva que alguns

desse conceitos trouxeram para a área de estudo, a partir dos pesquisadores que lhes deram origem.

A obra talvez pioneira na análise da formação profissional segundo essa nova visão foi a de Donald Schön (2000), fruto de uma pesquisa cuja finalidade primeira foi de apontar possibilidades para a melhora do currículo de graduação em arquitetura. Schön observou a prática de profissionais bem sucedidos de várias áreas e a forma como eles transmitiam orientações aos seus pupilos. Seu estudo discerniu dois pontos fundamentais: *i)* que o conhecimento mobilizado para a resolução de problemas típicos da atuação profissional ultrapassa o aprendido na academia e é, na verdade, uma combinação deste com outros de natureza tácita, adquiridos no decorrer da própria prática profissional; e *ii)* que ao ensinar, os profissionais experientes conduzem os alunos, *in acto*, a refletir sobre as situações que surgem na prática, como uma forma de transmitir esse conhecimento tácito.

A decorrente conclusão foi de que a componente da *reflexão* é imprescindível para uma prática profissional bem-sucedida. Como essa reflexão, que leva à construção do conhecimento tácito, se dá a partir da ação, os estudos de Schön sustentam a proposta de uma maior valorização das disciplinas práticas nos currículos de formação dos profissionais. Embasado nessa consideração, o autor critica o currículo normativo, que desvincula as disciplinas de formação teórica das disciplinas de estágio profissional, propondo então a transcendência da racionalidade técnica, que supervaloriza o conhecimento científico. Schön defende o conhecimento na ação como importante tanto quanto o conhecimento teórico acadêmico para a realização da prática. Esse tipo de conhecimento não precede a ação, mas exprime-se através dela, assim como se constrói através dela.

No entanto, o conhecimento na ação costuma ser automático e habitual, pois provém de compreensões já interiorizadas e que ultrapassaram o nível de mediação verbal. O ato da reflexão o traz para a consciência. A reflexão, dessa forma, derrama um olhar analítico sobre esse saber tácito, seja no decorrer da execução da ação (*reflexão na ação*) ou após a mesma (*reflexão sobre a ação*). O autor define ainda uma terceira possibilidade da prática reflexiva – a de *reflexão sobre a reflexão na ação* (que mais tarde dará origem ao conceito de professor pesquisador de sua prática) (Schön, *in* Nóvoa, 1992).

Apesar de não se dirigir especificamente para a profissão docente, a obra de Schön se descobriu, a princípio, perfeitamente aplicável a esta, pois o trabalho docente atende às características apontadas das profissões que enfrentam cotidianamente situações incertas, instáveis, singulares e nas quais há conflitos de valor (Contreras, 2002). Sua proposta, disseminada nos contextos de ensino e de formação de professores, recupera a concepção de professor como um sujeito ativo e participante das propostas educacionais e revela que o protagonismo do professor é imprescindível para o sucesso da implantação de mudanças (Pimenta, *in* Pimenta e Ghedin, 2002). Atrelando o conhecimento à prática profissional, também ganha força, como alternativa mais adequada que as breves capacitações antes ou depois do período letivo, a idéia da formação contínua nas escolas, na intenção de manter constantes intercâmbios entre os momentos de formação e a ação do professor na sala de aula.

O desenvolvimento posterior do conceito de professor reflexivo, entretanto, apontou alguns riscos, como o desenvolvimento de um “praticismo” (idéia de que bastaria a prática para a construção do saber docente), de um individualismo (visto que Schön não fala de ações ou reflexões coletivas, que envolveriam a equipe de professores) e a redução da profissão a um fazer técnico, o que foi criticado por Zeichner (1993), que aponta para o fato de que reflexões somente sobre a prática imediata não conseguem alterar situações para além da sala de aula.

Contreras (2002) também aborda a problemática da redução do ofício docente a fazeres técnicos a partir da discussão do conceito de autonomia do professor, cuja motivação adveio de um movimento já presente entre os pesquisadores da área em torno da proletarização docente *versus* necessidade de profissionalização dos professores. A proletarização, segundo essas teses, está ocorrendo em função da deterioração das condições de trabalho dos professores e de uma lógica que os desqualifica e os submete a controle e direcionamento externos. Em suma, reduz-se o fazer do professor a uma aplicação técnica de procedimentos desenvolvidos por outrem.

Como uma medida de resgate da profissionalização evidencia-se o estímulo à autonomia profissional do professor. Procedendo a uma análise pormenorizada desse conceito e comparando-o à autonomia em outras profissões, o autor conclui que essa autonomia deve vir vinculada a propósitos claros em termos da função social do trabalho docente, sob risco de desembocar em um isolamento e individualismo prejudiciais à prática

educativa, ou ainda de se tornar um *slogan* usado pelo sistema para cobrar do professor colaboração com os propósitos e eventuais políticas reacionárias do Estado.

A partir disso, Contreras reconduz o olhar sobre a autonomia profissional ao âmbito da responsabilidade (termo emprestado de Zeichner) e do compromisso inalienáveis que o professor tem para com assuntos concernentes à sua sala de aula. Sob esse foco, a autonomia é entendida como uma *capacidade* de decidir imprescindível ao trabalho do professor, visto que é a ele, em última análise, a quem se confia o ofício de educar, e que é somente ele quem pode assumir o juízo diante das situações que requerem a atuação na sala de aula e no contato direto com os alunos.

Reafirmando que a ação autônoma não deve ser confundida com aquela que exclui a comunidade das decisões educativas que a afetam, o autor edifica a autonomia sobre um tripé de dimensões da profissionalidade que considera qualidades necessárias ao trabalho de ensinar: a obrigação moral, o compromisso com a comunidade e a competência profissional.

A obrigação moral está ligada a uma dimensão emocional, pois revela vínculos que implicam relações afetivas: desejo de um bom ensino, valores e aspirações educativas. A busca por essa realização motiva a melhoria contínua da prática. A obrigação moral se faz imprescindível porque a educação escolar incorpora a noção de pessoa humana livre (Sockett, 1989, *apud* Contreras, 2002, p.76), de modo que estabelece um comprometimento do professor com o desenvolvimento de seus alunos como pessoas. Além da obrigação moral fomentar a autonomia, somente o exercício da autonomia permite ao professor honrar seu compromisso moral, pois não se resolvem conflitos ou dilemas na carência de autoridade para tomar decisões.

A competência profissional se refere “não apenas ao capital de conhecimento disponível, mas também aos recursos intelectuais de que se dispõe com o objetivo de tornar possível a ampliação e desenvolvimento desse conhecimento profissional, sua flexibilidade e profundidade” (Contreras, 2002, p.83). As competências transcendem o sentido puramente técnico, pois incluem a consciência do sentido e das conseqüências das práticas pedagógicas. Transcendem a dimensão racional, pois proporcionam recursos para um compromisso ético e social. As competências fundamentam o exercício da autonomia no sentido de possibilitar ao professor o conhecimento para as escolhas necessárias.

Uma vez que a educação é um bem público e não um problema individual do professor, as práticas educativas são partilhadas (assim como serão as responsabilidades), e do professor se espera a assunção de um compromisso com a comunidade. O exercício profissional do ensino tem conseqüências sociais e políticas. Parte do trabalho do professor deve ser assumida no intuito de interpretar as expectativas sociais e mediar a relação entre a sociedade e as instâncias governamentais e legislativas da educação.

É dentro desse compromisso ético que se justifica, portanto, a autonomia, enquanto qualidade que permite o *cumprimento da responsabilidade* pelo educar. A sustentação desse valor requer não somente o seu reconhecimento legal, mas também a presença de capacidades intelectuais e morais. E essas competências são impulsionadas pela vontade de bem ensinar, e desenvolvidas através do reconhecimento da capacidade da ação reflexiva, bem como da elaboração de conhecimento profissional.

A importância de atentarmos para os fatores não racionais (desejos, aspirações e vontades) enquanto co-determinantes da prática profissional e de sua modificação é sublinhada também por Sacristán (1998). O autor examina que as ações não se esgotam em aplicações do pensamento e, muito embora o incluam, são mais conduzidas pela vontade. Os professores possuem raízes culturais que originam os seus *habitus* (palavra que empresta seu significado segundo a filosofia de P. Bourdieu) e que justificam seus motivos e posições ideológicas; e essa cultura é anterior ou exterior aos cursos de formação. Os cursos, em contrapartida, não costumam atender para outras facetas humanas que ultrapassem a esfera mental-intelectual e, face ao fracasso da formação, culpam os professores por não partilharem de um projeto cultural que na verdade não coincide com o seu.

Sacristán, dessa forma, recomendaria que os programas de formação começassem por melhorar a cultura geral do professorado, objetivando, a partir desse modo indireto, engajá-lo em projetos de melhoria da educação. O engajamento cultural traria ao professor justificativas mais abrangentes e motivações diversas para o ensino (o professor ensina a ler se ele *sabe ler, gosta de ler e dá valor* à leitura), bem como lhe permitiria compreender o quadro mais amplo das mudanças ou reformas na educação, de forma que o professor passasse a se sentir efetivamente colaborador importante para a melhora educacional do país.

Em suma, dentre esses e outros autores que se debruçaram sobre o estudo dos professores e de sua formação, encontramos alguns parâmetros sobre os quais parece haver um certo consenso, e que ensaiamos enumerar por:

- 1) A competência profissional do professor, em seu sentido amplo, é condição para um bom ensino.
- 2) Essa competência deve ser construída, uma vez que a cultura de onde os professores provêm em geral carece dos valores almejados pelos programas de formação.
- 3) Os professores possuem sentimentos, posições ideológicas e concepções que devem ser levados em conta durante sua formação.
- 4) A autonomia do professor é uma meta desejável, desde que inclua compromisso ético e social com a comunidade. A competência profissional é uma condição para seu exercício pleno.
- 5) A reflexão é um meio para o desenvolvimento da competência profissional e é favorecida em processos de formação em modalidade “continuada”.
- 6) A reflexão também é um meio de relacionar o conhecimento acadêmico com o conhecimento tácito da profissão.

Podemos ver que a competência profissional é uma das peças chaves. Alguns autores já se preocuparam em estudar quais seriam, mais especificamente e detalhadamente, as competências do professor. Philippe Perrenoud (2000), por exemplo, em seu livro “Dez novas competências para ensinar”, descreve e comenta um inventário de competências desejáveis para o ofício, almejando justamente que auxiliem no planejamento de cursos de formação para os professores. Outros autores também chegaram a resultados semelhantes.

Supondo que concordamos com as compilações de competências já realizadas por esses autores, podemos acreditar que os cursos de formação possuem hoje parâmetros mais

claros, amplos e detalhados sobre os objetivos dessa formação para que alcance, através dos professores, melhorar a qualidade do ensino. Por outro lado, sabe-se com a mesma clareza de onde se deve partir? Qual é essa cultura dos professores? Como ela se manifesta no conjunto de ações e reações da sala de aula? O que os professores pensam sobre o ensino? Como eles ensinam? De que forma absorvem os conteúdos veiculados pelos cursos? Quais das competências listadas eles possuem?

O PROBLEMA DE PESQUISA

Anteriormente nesse texto, contamos parte da evolução em direção ao nosso problema de pesquisa, que iniciou com uma questão ampla sobre a problemática dos cursos de formação continuada e terminou com uma indagação sobre o truncamento da seqüência pedagógica do professor.

Através da observação dos relatos dos professores participantes do grupo de formação continuada no IFUSP, percebemos que o professor de certa forma percebe que sua seqüência pedagógica não flui coerentemente, embora sua forma de externalizar as razões nessa percepção nem sempre se dê com tanta lucidez.

Percebemos também que quando o professor sente o truncamento – e ele sente porque os alunos sinalizam e problemas de diversas ordens brotam, como reclamações, confusões, indisciplina, notas baixas – ele se mostra inseguro e questiona a nova concepção que está aprendendo a por em prática. As desestabilizações na sala de aula, geradas justamente na tentativa de implantar a nova idéia, deixam-no sem saber que estratégias e atitudes adotar ou recusar, visto que a nova concepção ainda está em formação, ao mesmo tempo em que ele já se convenceu de que os velhos meios não servem.

Os professores em exercício já detêm um tipo de prática que funciona – funciona talvez não no sentido de atingir plenamente os objetivos de ensino (senão não haveria motivação para um curso de aperfeiçoamento), mas na qualidade de dar segurança quanto à seqüência didática a ser adotada, quanto à previsibilidade de respostas dos alunos às atividades, quanto aos métodos de avaliação e às necessidades de improvisação que surgem. Um curso que se dedica a modificar com profundidade as práticas dos professores precisa atender às necessidades de coerência e encaixe das intervenções de ensino, e dar amparo e às inseguranças, dúvidas e problemas que surgem no percurso.

Por esse motivo acontece costumeiramente a “regressão”: se um professor frequenta um curso *para então* aplicar os novos conhecimentos na sala de aula, podem

surgir problemas que ele não sabe resolver sozinho, e maiores são as chances de ele abandonar a tentativa de mudança e retornar ao solo firme da prática com que estava habituado (Pacca, 1992).

Nossa hipótese passou a ser – o professor não muda suas práticas porque a *teoria* que ele aprende no curso de formação não fornece *modelagens*² para todos os problemas que encontra no seu *mundo empírico*, e ele próprio não consegue traçá-las. Por que ele não consegue traçar as modelagens, há várias especulações possíveis – ele ainda não desenvolveu livre mobilidade na nova concepção, falta de habilidade reflexiva, não familiaridade com a pesquisa-ação, necessidade urgente de voltar a se sentir no controle de sua sala de aula, tentativas mal-sucedidas de resolução do problema, compreensão incorreta das novas idéias devido a pré-concepções, etc.

Entretanto decidimos não tomar esse como o objetivo de pesquisa – ainda. Precisávamos de um estágio anterior, de conhecer esse professor, suas concepções, suas práticas, seus modos habituais de resolver os problemas de seu “mundo empírico”.

Não é fácil colher essas informações de professores em serviço, pois sua prática já se tornou habitual e, normalmente, atividades realizadas de modo rotineiro e cotidiano não estão sob nosso controle consciente, pois são levadas a um grau de habilidade em que a mediação verbal desaparece. A perda da mediação verbal tem suas vantagens, pois ao automatizarmos um hábito realizamo-lo melhor (Anderson, 1990). No entanto, ocorre com frequência a simultânea perda da *capacidade* de verbalização (e com ela a possibilidade de análise e reflexão da prática).

Trazer um hábito à consciência não é trivial nem corriqueiro. Entretanto, num ambiente de aprendizado em que os professores têm a possibilidade de expor e conversar sobre suas práticas à luz de alguma nova teoria em jogo, essa retomada da reflexão é possibilitada pela comparação com o diferente (no caso, a nova teoria proposta). No grupo que acompanhamos, os relatos eram ricos em pequenos detalhes sobre as ações e concepções do professor; essa performance precisou de tempo para ser construída, mas doravante mostra um potencial grande de informações e de abertura para o diálogo construtivo de uma prática desejável.

² A palavra modelagem em física apresenta significado diferente que nos estudos sobre educação e está sendo usada aqui naquele sentido. Um modelo físico é a conexão entre a teoria (mundo das idéias) e o mundo empírico; *grosso modo*, a aplicação prática de uma teoria.

E foram esses os dados que nos decidimos a tomar: Como é esse professor? Quais são as suas concepções? Como é sua prática habitual? Como ele resolve os imprevistos? O problema de pesquisa tornou-se então, a *caracterização do professor*, conforme ele se torna capaz de relatar a sua prática no cotidiano de um curso de formação que, este, está tentando modificá-la.

METODOLOGIA DA PESQUISA

DESCRIÇÃO GERAL

Os dados provieram de informações de nove professores. Para a tomada de dados, como para a análise e a interpretação dos resultados e para construção de instrumentos adequados para a nossa análise, baseamo-nos nos textos sobre pesquisa qualitativa de Lüdke & André (1996), de Bogdan & Bilken (1994) e de Pacca & Villani (1990).

Para a pesquisa, tomamos como base o material escrito produzido pelos professores, como textos e planejamentos, e também material oral, como relatos nas reuniões do grupo e, principalmente, dados de uma entrevista individual a respeito do trabalho do professor na sala de aula e das reflexões que ele fez sobre seu trabalho.

Durante o período da coleta, procuramos atentar para todos os possíveis indícios, provindos dos depoimentos dos professores, que nos levassem a caracterizar a atuação do professor em sala de aula, sem nos fecharmos precocemente em questões definidas sobre essa atuação. Em seguida, construímos uma grade de análise preliminar, dando conta dessas informações, e que ao mesmo tempo nos apontasse uma estrutura de natureza pedagógica e de atuação do professor, dentro de alguma concepção de ensino e aprendizagem.

A construção do instrumento de análise, nesse tipo de trabalho de pesquisa qualitativa e baseada em discursos e reflexões sobre os sujeitos, exige um tratamento dinâmico com várias idas e vindas aos dados e à base teórica, até que se obtenha um instrumento final capaz de fornecer a informação desejada (Pacca & Villani, 1990). Assim, do nosso quadro preliminar surgiu um conjunto de questões analíticas que teve várias versões antes de chegar à final aqui apresentada. A informação final que alcançamos procurou dar conta de examinar a atuação do professor tomando com referência uma atuação de cunho construtivista.

Desta forma, o instrumento final de análise levou em conta, por um lado, características do que se entende ser uma opção de ensino e aprendizagem construtivista e,

por outro lado, dados da realidade do professor na sua ação em sala de aula. Esse trabalho se faz em aproximações sucessivas. Para tal, durante o ano letivo em ocorreram as observações do grupo, montamos um quadro preliminar e ainda rudimentar de categorias de análise da atuação dos professores, a partir dos primeiros dados obtidos. Refinamos esse quadro durante o ano em que observamos os relatos dos professores no grupo de estudos, ao mesmo tempo em que, embasados pelo referencial teórico escolhido, aprimoramos nossa observação de campo e retomamos algumas vezes os dados brutos iniciais para uma releitura.

Posteriormente, fomos novamente a campo realizar entrevistas individuais com os professores, analisamos os dados obtidos das informações que eles nos deram nesse segundo momento de coleta, e voltamos ao instrumento para re-elaborar as nossas categorias. Chegamos então em um quadro que consideramos satisfatório e que acreditamos nos dar condições de identificar, caracterizar e analisar os elementos da ação do professor.

AS FONTES DE DADOS

As duas principais fontes utilizadas foram relatos e entrevistas. Adicionalmente obtivemos materiais escritos pelos professores durante o ano de participação no grupo de estudos, a que recorremos mais no intuito de complementar os dados provindos dos depoimentos orais, e no caso de escassez de dados orais do professor para determinada categoria de análise julgada significativa.

Durante as reuniões do grupo de estudos no ano de 2005, coletamos os relatos que os professores faziam de sua prática de sala de aula, utilizando tanto anotações *in loco* como gravações em áudio. A pesquisadora, nesse caso, foi uma observadora participante, e procurou integrar-se no grupo, de forma a não produzir constrangimentos pela sua presença. Os professores foram informados da realização da pesquisa e da importância das informações que seriam utilizadas; além disso de que seus nomes não estariam evidentes em qualquer publicação.

No sentido de complementar os relatos, realizamos uma entrevista semi-aberta em que os professores falaram sobre as aulas e pequenas seqüências pedagógicas que

aplicaram ao decorrer do ano. Durante as entrevistas, para estimular uma atmosfera informal em que os professores se sentiriam à vontade, não foram feitas anotações pela pesquisadora. No entanto, tivemos o cuidado de transcrevê-las dentro do período de 24 horas seguintes, de modo a preservar, dentro do possível, aspectos não verbais das falas relevantes para a compreensão do contexto. As transcrições foram feitas na íntegra e adicionadas das manifestações não verbais observadas. No anexo 1 incluímos duas entrevistas transcritas, para ilustração de como ocorreram.

As transcrições dos relatos das reuniões, por serem estes extensos e numerosos, não foram realizadas na íntegra, mas apenas nos trechos que consideramos relevantes para a nossa análise.

Nossos dados se baseiam na prática declarada dos professores, portanto não foi observada a prática dos professores em suas classes. Esperávamos assim trabalhar mais de perto com as concepções do professor e as representações que eles traziam da própria prática.

Qual foi o conteúdo das informações coletadas? Dos relatos semanais, conseguimos informações de descrições de aulas que o professor deu, de como reagiram seus alunos, da apreciação de sua própria atuação e da dos alunos (contentamentos, frustrações), auto-avaliação do que fez e do que os alunos aprenderam, dúvidas sobre determinadas estratégias ou questionamentos a partir de reações dos alunos.

“Eu queria montar o circuito em série e em paralelo. Mas eu acho que eu não me preparei bem, achando que o que eu tinha feito aqui de circuitos já era suficiente para eu estar levando pra lá. E não é. Então, aí eu fiquei muito chateada... Eu achei que eu ia chegar lá e ia fazer as coisas acontecerem, né?” (profª RO)

Como o relato era semanal, o professor geralmente falava de uma ou no máximo duas aulas mais recentes, e a manifestação do professor no grupo, embora altamente incentivada, não era obrigatória. Além disso, o tempo de cada professor para os relatos girava em torno de cinco a dez minutos, para permitir comentários dos outros participantes sobre a situação relatada pelo professor, e também não comprometer o tempo destinado às outras atividades. Esse fato, aliado a faltas e atrasos dos professores nas reuniões (mesmo que ocasionais e pouquíssimo frequentes), acarretou que não foi possível obter uma descrição mais completa da seqüência pedagógica adotada pelo professor.

Essa lacuna procuramos preencher na entrevista. A entrevista, do tipo semi-estruturada, consistiu em um tempo maior e privativo que o professor teria para descrever e discorrer sobre suas aulas. A entrevistadora elaborou um plano geral da entrevista e o memorizou parcialmente, deixando uma folha ao lado para consultas. Pensamos que esse cuidado de não interpor um caderno de anotações entre entrevistador e o entrevistado favoreceria a permanência do ambiente de confiança e intimidade. O gravador também foi mantido à margem, embora os professores estivessem informados de que a entrevista estaria sendo gravada. Os tópicos que procuramos abordar na entrevista foram:

1. Conte uma aula (qualquer, que você tenha achado significativa). *Imagina-se que o professor escolha para contar uma aula que ele tenha gostado.*
 - a) Como a aula começou?
 - b) Como terminou?
 - c) O que aconteceu depois da aula? *Como o professor deu seqüência ao conteúdo nas aulas seguintes.*
 - d) Como você chegou a essa aula? *Professor conta a parte da seqüência anterior à aula relatada.*
 - e) Você achou essa aula boa? Por quê?
 - f) Você usaria essa atividade novamente? Que modificações você faria?

2. Conte uma aula de que você não tenha gostado.

Seguem-se novamente os itens a a f acima. Substitui-se o item (e) por:

 - e) Por que você não gostou da aula? Você acha que os alunos compartilharam dessa opinião?

Estrutura planejada para a entrevista individual com os professores.

Cada entrevista durou cerca de trinta minutos. O professor somente era interrompido por uma pergunta quando esgotava sua fala ou quando começava a divergir do assunto. Sempre que necessário, a entrevistadora adicionou, à parte ao plano da entrevista, comentários ou outras perguntas que ajudassem o professor a detalhar ou justificar seu depoimento, bem como para coletar informações sobre as reações da classe (estes dados seriam fundamentais para os propósitos da pesquisa). Como a entrevista foi conduzida como uma conversa amigável e informal, a pesquisadora não insistiu com veemência quando o entrevistado não respondia a alguma questão. Em vários casos, conseguimos classificar a ‘não resposta’ como indicativa de que a pergunta não fez sentido ao professor, sendo portanto um dado igualmente relevante.

Eventualmente a informação que precisávamos não foi conseguida pela entrevista e, nesses casos, recorremos aos materiais escritos, procedimento que também usamos quando necessitamos confirmar ou confrontar informações.

O GRUPO DE PROFESSORES E AS ATIVIDADES

O grupo de formação que observamos é composto por professores da rede pública de São Paulo que participaram, durante todo o ano de 2005, de um projeto com foco no conteúdo de física e no ensino construtivista. As reuniões aconteceram no Instituto de Física da Universidade de São Paulo e o projeto teve financiamento da Fapesp.

O programa de formação continuada desenvolvido com os professores teve objetivos de desenvolvimento de concepções construtivistas sobre ensino-aprendizagem, aprimorando a atuação do professor (desenvolvimento de materiais, estratégias, atitudes e demais competências pedagógicas), bem como de aprofundamento conceitual em física, dentro do tema específico do eletromagnetismo. Os professores participantes deveriam cumprir os requisitos de lecionar eletromagnetismo e trabalhar em uma escola pública.

Os professores que pertenciam ao público alvo, cumprindo os quesitos acima, foram selecionados para o projeto dentre os que se voluntariaram para participar de um grupo de formação (no anexo 2 estão algumas informações sobre eles). Portanto, esses professores eram desejosos de que suas práticas de sala de aula fossem construtivistas. O grupo selecionado, dessa forma, já tinha ouvido falar sobre o que é o construtivismo e procurou, desde o início do ano, agir de forma “construtivista” em sala de aula, além de incluir estratégias com esse direcionamento em seus planejamentos de aulas.

“Porque, no início, eu achava que não podia dar as respostas, porque eu entendi que era isso o que era pra fazer, né, que era assim que funcionava, era para deixar eles descobrirem. Então eu não dizia nada, eu fazia perguntas e eles respondiam, eu deixava eles responderem, então eu não dava as respostas.” (Prof^a MO, participante do grupo)

As reuniões do grupo aconteceram semanalmente, e em todas elas houve um momento para que os professores relatassem e comentassem as atividades que desenvolveram com os alunos na semana. Os professores tinham a tarefa de fazer

observações e registros de ocorrências relevantes das aulas regulares que ministravam nas escolas, como falas significativas ou dificuldades dos alunos.

“Fiz o experimento como demonstração. Mas o problema que ocorreu foi que parte da turma, como a turma era muito grande, né, então muitos não conseguiam enxergar (...) também porque eles queriam ver, fazer, medir.” (Profª MH)

Esse grupo estabeleceu como objetivo conceitual principal, para o primeiro semestre de curso, o estudo da eletricidade com ênfase na compreensão aprofundada do conceito de corrente elétrica, em âmbito macroscópico tanto quanto microscópico. Apesar do eixo ter sido consensual entre os professores, as seqüências pedagógicas traçadas não foram coincidentes, embora tenham apresentado várias semelhanças por conta do compartilhamento constante estabelecido durante os encontros de formação. No segundo semestre, o foco foi o eletromagnetismo e a compreensão das variações de campo elétrico e magnético, e seus efeitos.

Uma das atividades fundamentais do grupo foi a elaboração, com sucessivas e tantas quanto necessárias re-elaborações, de um planejamento pessoal das aulas. As discussões se pautaram em geral nesse planejamento, em sua operacionalização em sala de aula e na inclusão de atividades significativas que conduzissem ao objetivo proposto. Outras atividades desenvolvidas no grupo tiveram como meta o aprofundamento conceitual em física, e algumas destas tinham também a intenção de integrar uma “biblioteca” de atividades de que o professor poderia dispor para o ensino do tema e eventual inclusão no planejamento.

No entanto, os professores não eram coagidos a adotar determinada seqüência pedagógica ou mesmo a aplicar as atividades que estudavam ou desenvolviam no grupo. Mesmo os objetivos conceituais a serem cumpridos com os alunos eram da escolha de cada professor.

É importante salientar que o curso não ensinava explicitamente o construtivismo, seja através de palestras, textos ou similares. O curso *em si* propunha-se construtivista, ou seja, as atitudes de formadora procuravam ser coerentes com o construtivismo. Os ensinamentos vinham do modo como os professores estão mais familiarizados: não exclusivamente através de linguagem acadêmica, mas sobretudo de forma prática e

aplicada, e geralmente em resposta às situações-problema trazidas pelos professores à discussão.

“Não é à toa que este projeto tem como exigência vocês estarem dando aquelas aulas, porque senão isso não precisava fazer parte do projeto. Era só como esses cursos e oficinas que a gente faz. Então, você percebeu isso agora, mas esse é o segredo desse projeto. A gente ver fazer ou a gente fazer num ambiente diferente, com orientação, sabendo que se der errado você não vai ser penalizada, qualquer hora tem o outro ali que pode te ajudar, então é bem mais fácil. Mas na sala de aula o professor é o dono da ação, de toda a ação. Por isso é que dar aula dessa disciplina e estar trazendo pra cá os resultados é o que nós estamos cobrando sempre. A gente não está dizendo que você tem que chegar lá e dar essa atividade, isso nunca foi colocado - ‘essa semana todo mundo vai dar circuitos em paralelo’. Cada um que escolhe. O importante é assumir aquela responsabilidade, sentindo alguma segurança, ou pelo menos segurança para enfrentar o problema que possa aparecer.” (Comentário da formadora do grupo, em resposta ao depoimento de uma professora)

Ou seja, os propósitos do grupo (e nesse sentido as atitudes da formadora) não eram de dar “receitas” – mesmo porque um pressuposto em que acreditamos é que um professor não é capaz de ensinar o que ainda não sabe, ou de usar estratégias quando lhe falta domínio sobre elas ou senso de pertinência ou necessidade. Como o grupo era em modalidade formação continuada e não inicial, os professores, que já detinham estratégias a seu modo funcionais, poderiam seguir com o que sentiam segurança em fazer e sentir-se livres e amparados quando desejavam realizar mudanças.

Caracterização específica das atividades de formação

Como o propósito deste trabalho foi o de caracterizar a atuação de professores tomando como população estudada exclusivamente professores participantes desse programa de formação, nossos dados coletados tiveram forte influência do que os professores já haviam aprendido e de capacidades que estavam desenvolvendo no grupo. Por exemplo, uma estratégia discutida no grupo que todos os professores aplicaram foi a atividade diagnóstica de pré-concepções.

“Quando o aluno tem uma pré-concepção, deixo passar ou dou uma explicação? O que eu faço depois que ele falou a pré-concepção? Porque se eu deixo passar, ele vai ficar com a impressão de que está certo, né, porque eu não falei nada, ‘se a professora não falou nada é porque está certo’...” (Depoimento da prof^a MH, sobre atividade em que alunos montavam um circuito simples pilha-lâmpada e depois ensaiavam explicações de por que a lâmpada acendia.)

Provavelmente, assim que começaram a trabalhar no projeto, os professores deveriam ter perfis mais variados, que foram convergindo conforme eles vivenciavam a formação. Nossos dados privilegiaram a segunda metade do curso, de forma que os professores já haviam percorrido um caminho. Por isso, consideramos que cabe aqui um parêntesis sobre os propósitos e conteúdos específicos que foram desenvolvidos com os professores no ano letivo em que ocorreu este estudo, em 2005.

Trabalho com o planejamento: saber onde se quer chegar e definir um eixo conceitual. Várias ações da equipe de formação tiveram o intuito de auxiliar os professores a adquirir maior clareza sobre os objetivos, especialmente conceituais, a serem atingidos com os alunos no tema proposto. Os professores eram incentivados a se conscientizar em quê cada atividade descrita em seu planejamento contribuiria para a meta a ser alcançada.

Um momento muito marcante para os professores foi uma discussão sobre a avaliação, que desembocou em uma atividade em que os professores redigiram uma avaliação no início do bimestre, para o conteúdo que iria ser trabalhado naquele bimestre. Em uma reflexão ao final do ano de trabalho, a prof^a CS comenta:

“Uma coisa que eu achei muito legal foi fazer a avaliação junto com o planejamento do bimestre. Avaliar com consciência; quer dizer, então enquanto você ensina, você o tempo todo sabe onde quer que eles [os alunos] cheguem.”

Ouvir o aluno: trabalhar a partir do que o aluno diz. Descobrir o que o aluno pensa, isto é, suas concepções prévias para a explicação de fenômenos físicos, é apenas a parte mais simples desse aprendizado e, logo no início do ano, os professores conseguiram se surpreender com o que seus alunos pensavam e com as explicações interessantes que traziam para os fenômenos da eletricidade. Uma parte mais longa foi aprender a incluir efetivamente o aluno nas atividades, no planejamento e nas explicações do professor.

“Antes eu dava um roteiro pronto, rígido, de experiências. Agora olho mais a seqüência, não faço a ‘minha’ seqüência, olho o que os alunos trazem de conhecimento.” (Profª SZ)

O desenvolvimento de atividades experimentais: levar o mundo empírico para a sala de aula. Várias atividades experimentais foram desenvolvidas com os professores, com a intenção de que desenvolvessem um acervo de que pudessem dispor ao prepararem seus planejamentos. Esses experimentos usariam materiais sucata improvisados e escolhidos pelos professores, ou de fácil obtenção ou construção, de modo que a falta de equipamentos laboratoriais nas escolas não se tornasse fator limitante.

Nas discussões posteriores à realização de uma atividade experimental no grupo, havia uma reflexão sobre os conteúdos conceituais que poderiam ser abordados em sua realização com os alunos nas aulas. Pontuou-se a necessidade de atenção aos propósitos de se incluir uma atividade experimental no planejamento, de modo que este não se tornasse uma coleção desconexa de experimentos.

A re-significação de atividades usuais de sala de aula, especialmente a aula expositiva, a aula experimental e a aula de demonstração. Os professores discutiram sobre os propósitos diferentes que essas estratégias de ensino podem ter, de forma que se mantenham coerentes com um ensino construtivista. As reflexões giraram em torno de como incluí-las, em que momentos do planejamento seriam convenientes e a que objetivos serviriam.

O aprofundamento no conteúdo de física. As atividades realizadas também tiveram a intenção de capacitar melhor os professores no conteúdo de eletromagnetismo. A maior familiarização com os fenômenos e sua explicação científica permitiria maior abertura dos professores para efetuar mudanças no planejamento e também para ouvir e identificar as necessidades dos alunos.

As dúvidas e dificuldades dos professores com o conteúdo apareciam geralmente como dúvidas dos alunos, o que facilitava a exposição do conhecimento do professor com menor constrangimento.

Estas foram as atividades principais e inicialmente planejadas para desenvolver o programa de formação continuada, entre muitas outras que foram se mostrando oportunas ao longo do processo de formação e do desenvolvimento do planejamento nas aulas de cada um. Obviamente esse planejamento também experienciou modificações, mas isto não será motivo de discussão neste trabalho.

ANÁLISE DOS DADOS

Com base nas informações coletadas a partir dos relatos, registros escritos e entrevistas, situamos as falas do professor em categorias, identificando-as dentre os itens de 17 questões, que chamamos de questões analíticas (Lüdke e André, 1996), situadas em cinco dimensões, a saber,

O professor e as estratégias

O professor e as habilidades

O professor e as atitudes

A avaliação que o professor faz do seu trabalho

Meta-avaliação – tomada de consciência

A seguir, traçaremos uma descrição geral das dimensões que construímos e, logo após, apresentaremos individualmente as categorias de análise pertencentes a essas dimensões, trazendo os dados que as fundamentam.

O professor e as estratégias

As categorias reunidas na dimensão das Estratégias dizem respeito às ações de cunho racional e planejado do professor para as suas aulas. Analisamos o modo como o professor dá abertura para um tema ou atividade, de forma a motivar os alunos para a sua realização; como ele desenvolve uma atividade; como ele encaminha o fechamento de um tema, e como ele organiza seu planejamento em relação à seqüência dos conteúdos.

Como no grupo de estudos os professores aprendem a atentar para as concepções alternativas dos alunos (e todos os professores realizaram atividades de identificação das pré-concepções), analisamos também o que os professores fazem com essas concepções no decorrer das aulas.

São cinco categorias, a seguir.

1. Como o professor motiva a abertura de um tema?

O trabalho construtivista prevê que a aprendizagem seja precedida por uma motivação intrínseca pelo sujeito aprendiz, de forma que torne o processo de aprendizagem significativo. Sendo assim, a estratégia mais adequada seria a que introduz um tema a partir de uma questão ou desafio que tenha sido ‘comprado’ pelo aluno.

Encontramos, além deste procedimento, outros dois tipos de dados: um em que o professor motiva os alunos através das próprias atividades-meio, que considera interessantes, e outro em que o professor consegue a participação dos alunos através de apelo aos mecanismos do sistema escolar – necessidade de notas para passar de ano.

a) Questão para resolver / curiosidade.

“Comecei propondo um problema na lousa: em que situações a lâmpada acende?” (CS)

“Primeiro eu dei os probleminhas e eles tiveram que dizer o que ia acontecer, o que eles achavam. Isso foi duas aulas. E aí na semana seguinte, aí sim eu levei o experimento. Aí eles tinham que confrontar com o que eles tinham falado.” (CS)

“Então eu tentei colocar algum problema que eles pudessem verificar na atividade, porque eu achei que a gente tem que colocar um conflito na cabeça do aluno pra ele fazer a atividade.” (MH)

“Ó, então primeiro eu perguntei pra eles como eles fariam uma ligação em paralelo, né, e daí, eles ficaram em dúvida.” (...) “Então a dúvida ficou aqui, se essa lâmpada 1 ia brilhar mais mesmo [por estar mais perto da pilha].” (MH)

“Eu dei umas perguntas pra eles, daí pra eles lerem um texto e aí a gente foi conversando...” (MH)

“Logo que a gente começou a mexer com os circuitinhos e tal, eles queriam ver o que tinha dentro da pilha, né? Eu perguntei, como que a pilha faz para ligar e tal, e aí eles falaram...” (PA)

“Eu já até percebi, por exemplo, que a primeira aula que você dá para uma sala é muito importante, o primeiro impacto, você consegue seduzi-los a fazer algo, depois fica muito mais fácil. (...) Os começos são importantes na sala de aula. ” (PA)

“Fiz a eletrólise. Eles gostaram muito, mas sabe por quê? Porque tinham um problema para resolver, sobre o que a gente tinha discutido antes, (...): como se eletrifica a água?” (RE)

“Porque você dá o material, não tem nada assim, de etapas para eles cumprirem, eles vão ter que ter idéia de como vão fazer aquilo se concretizar, então esse é o que deixa mais interessante, né?” (SZ)

“Ah, eu falei, a gente vai fazer a estrutura do átomo, né, então daí vem aquela questão de substâncias, como é que elas se formam, né, então, aí foi assim uma seqüência de... Eu falei assim que cada cor iria corresponder a um tipo de átomo, né, e cada palito de dente iria representar o elétron, e aí, eles teriam que, de acordo com as fórmulas que eu iria colocar na lousa, eles teriam que fazer a montagem estrutural. Aí que teve um desafio...” (SZ)

“O multímetro foi assim, ó, eu deixei aquela redação, você viu aquela redação 110 ou 220? Era de uma reportagem que falava da pessoa que ... Muitas vezes a gente assim, apresenta diversidade no comportamento, então 110 ou 220, de acordo com o momento, né? (...) Então, era a primeira vez que eles iam usar o multímetro, então aí que eu coloquei para eles fazerem a leitura de uma [lâmpada] só, reconhecer duas, três, né? (...) Depois eles fizeram medidas de ddp na língua, de uma mão para outra...” (SZ)

“Normalmente eu sempre coloco, né, uma pergunta para eles responderem.” (SZ)

Nesses exemplos, podemos perceber o esforço dos professores em descobrir uma questão que se tornasse significativa para os alunos e que pudesse motivar o trabalho que aconteceria em seguida. Nota-se que a estratégia que cada professor usou para chegar à pergunta foi variada: no segundo exemplo de MH, ela foi cercando o assunto na forma de incentivos a manifestações e previsões dos alunos, buscando que estes próprios acabassem por encontrar uma questão intrigante e motivadora. SZ, em seu terceiro relato apresentado, encontrou um texto que relacionava o conteúdo de física (tensão, voltagem) à esfera comportamental das pessoas. Coerentemente com a forma como introduziu o tema, a atividade seguinte incluiu medições de ddp nos circuitos com lâmpadas e também em partes do corpo. No exemplo de PA, ela conseguiu aproveitar para a atividade uma questão que surgiu dos alunos na atividade anterior – como uma pilha funciona. Em outros

exemplos, o professor mesmo coloca uma questão que supõe motivar os alunos. Independente do grau de sucesso que cada um desses meios atinja, percebemos que a iniciativa do professor que se encaixa nesse item da categoria é de significar a atividade fornecendo ao aluno um objetivo de aprendizado para concretizá-la.

b) Motivação através de atividade interessante

“Eu distribuí três lâmpadas. (...) ‘Então vocês vão acender duas, será que é possível?’
 ‘Ah, não, não dá.’ Falei, ‘Dá, vamos ver se vocês conseguem?’ Aí eles acenderam duas. ‘Vamos ver se vocês conseguem acender três?’ Aí eles colocaram três. (...) Falei, será que a gente tem como medir, saber se realmente tá passando a corrente?’
 (AP)

“E depois a gente construiu em paralelo, ‘ah, tem essa outra maneira’, aí a gente construiu em paralelo.” (AP)

“E é isso o que falta na minha aula, sabe, que é essa criatividade de como começar a explicar, né.” (RO)

“A – Como é que você falou de resistência?

R – Eu falei... eu comecei com resistência elétrica. Você entendeu? E assim, eles não entendiam o que que era resistência.(...)

A – E o que você fez com essa aula depois?

R – Ah, depois do... Ah, aí teve aquela babaquice, né, das propriedades, né? (...) Que tem aquelas fórmulas, um sobre a resistência equivalente, calcular a corrente, calcular o resistor. Sabe?” (RO)

[*Contando como começou uma aula sobre resistividade.*] “Tentei imaginar um pedaço de fio, e fui colocando lá na lousa, os átomos, os elétrons, né? Aí a gente foi na tabela periódica e olhou, por exemplo, o cobre, tem quantos prótons, quantos elétrons. Aí eles não sabiam nem ler aquilo lá, eu ensinei eles a lerem, né.” (RO)

“A – E como que você motivou os alunos pra aula dos resistores?

R – Pra falar da resistência, primeiro eu falei da resistência, né? que eu falei que a gente ia fazer, que a gente ia fazer o estudo agora dos efeitos, né, a luz acendeu por

que, nós já sabemos. Agora como é que foi, como é que produziu a luz, da onde que veio aquilo, né? E essa luz, ela serve pra quê, pra que que nós queremos isso.” (RO)

“Como a gente aprendeu muita coisa, eu quero dar tudo. Nem penso se é a hora certa, ou se é a atividade certa.” (SU)

“Eu cheguei, porque eu fui antes, uns dias antes, né, que eu comecei primeiro a anunciar, ‘Olha vocês se preparem, sabe? Que eu vou fazer um troço hiperlegal!’ Sabe? ‘então vocês tragam papel não-sei-que, blá, blá, blá...’” (SU)

“Quando aqui eu vejo que a coisa é meio [chata, eu falo], ‘mas olha, lá na frente, vai ser tal coisa! Olha, nós vamos fazer tal coisa’. Então eu começo assim, já animar lá na frente.” (SU)

A atividade é orientada para conseguir fazer, e não para conseguir pensar sobre um fenômeno. Por exemplo, a motivação que a prof^a AP pretendeu para a construção do circuito em paralelo foi a atividade em si, montar o circuito. Não houve questão conceitual inclusa no estágio de motivação. A prof^a RO admite que não sabe motivar, mas quer atividades interessantes, embora em algumas ocasiões relate que gostaria de saber motivar os alunos com questões sobre o conteúdo. Porém, na maioria dos relatos, RO simplesmente entra na aula com o conteúdo, não relata nenhuma atividade inicial de motivação. Para ela, a atividade é ‘legal’ em si, ou não é, como no caso das aulas com cálculos matemáticos. SU também motiva seus alunos prometendo que a atividade em si será interessante.

c) **Motivação extrínseca: pressão por rendimento**

“Eu acho que foi assim, eles participaram bastante, muito mais que antes. Porque valia nota, toda participação valia nota...” (MO)

“Entrega de relatório, participação nas experiências, porque o aluno que falta ele não tem nota. É bem proporcional, né?” (MO)

“No final da aula eles entenderam, tanto é que eu pedia para eles, que eles explicassem na lousa, porque eles tinham que entender porque eu faria uma atividade avaliativa. E essa é uma das questões, ‘então vocês vão ter que justificar como acontece a corrente elétrica passo a passo’.” (MO)

2. Como o professor opera as concepções alternativas?

Os professores aprenderam a diagnosticar as pré-concepções dos alunos e a fazer atividades em que eles também se conscientizariam de como pensavam a respeito de um fenômeno. Como o professor agiu a partir dessa informação? Uma alternativa foi o professor que usou essas informações com o aluno para o desenvolvimento do conhecimento científico, embora nem sempre o professor que teve essa intenção conseguiu meios de realizar seu intento. Em outros relatos percebemos que os professores não chegaram a incluir essa fase diagnóstica em sua seqüência pedagógica, ou seja, provocaram uma ruptura entre as atividades de manifestações livres dos alunos e as aulas posteriores, em que lhes forneceriam as verdades da ciência.

a) O professor usa as concepções alternativas para o desenvolvimento do conhecimento científico

[trecho da avaliação que SZ montou para seus alunos]

1. Desenhe:

- as 3 montagens com 1 fio
- e 1 montagem com 2 fios ... que permitiram acender a lâmpada.

A visualização do circuito interno de uma lâmpada incandescente tem um papel importante nesse processo.

A lâmpada acende:

- invertendo as terminais da lâmpada (conectando a rosca ao invés da base)
- ou colocando a lâmpada no outro pólo (negativo) da pilha?

Justifique sua resposta.

R – Sim, o importante é que se estabeleça um circuito fechado, onde o “mar de elétrons” dos átomos da estrutura metálica possa trafegar livremente pelo metal e, sob tensão, movimentarem-se ordenadamente, num sentido preferencial.

2. Quais partes da lâmpada e da pilha devem ser ligadas para que a lâmpada acenda?

R – Há 2 pontos de contato na lâmpada (rosca metálica e base metálica) que devem ser ligados, cada um em um dos pólos da pilha. Qualquer forma que torne isso possível, valendo-se apenas de um fio cabinho é válida.

“Eles erraram porque eles pensavam que a corrente ia diminuindo, mas depois eles pensaram melhor e falaram, ‘não, é mesmo, né, então não pode ser o que eu tô pensando’, eles mesmos, mesmo antes de fazer a experiência, eles já foram pensando...” (CS)

“Mas o que eu queria que eles entendessem é por que a ddp era diferente em cada lâmpada quando tá em série. É o que eles acham mais difícil. Eles confundem um pouco. Você tá falando da ddp mas eles estão pensando na corrente. Né, então eles fazem essa confusão.” (CS)

“Os alunos expuseram e defenderam para a sala a sua representação de fio condutor. Foi bárbaro! Porque agora eles estão conseguindo conectar o modelo atômico com o que acontece no fio, com a estrutura do fio.” (RE)

CS e RE descrevem procedimentos de mudança conceitual em seus alunos. Elas conhecem os obstáculos enfrentados por eles e acompanham o processo, proporcionando atividades e buscando feedback.

Os relatos de SZ versam mais sobre os acertos dos alunos e das atividades que ela fez com eles. SZ tem um comportamento neurolinguístico de enfatizar as conquistas, então ela não fala de pré-concepções ou do que os alunos dizem enquanto não é o conhecimento científico – uma frase típica sua é “*E teve um grupo que fez bem, sabe?*” Dessa forma, tivemos que buscar outras fontes de dados, pois embora percebamos pouca objetividade nas suas inferências sobre pré-concepções dos alunos, SZ revela uma intuição grande sobre elas nas atividades que escolhe. Ela introduz atividades na direção daquilo que ela percebeu: usa recursos variados como cores, textos e materiais concretos, procura analogias.

O exemplo que trazemos é um trecho da avaliação que SZ fez para seus alunos (íntegra no anexo 3). Os comentários e respostas foram adicionados pela própria professora. Pelas questões que colocou percebemos que houve atenção aos obstáculos e que houve inclusão destes no processo de ensino.

b) Com intenção de conectá-las à seqüência de atividades

“Porque eu não sabia sair disso, e agora, eu conto(...)? (...) Porque no final das contas eu dou a resposta pra eles.” (SU)

“A – É... bom, mas a resposta não vai sair deles mesmo, né?”

S – É, mas é que talvez, Anne, mas você sabe o que que é? É que eu acho que eu dou muito antes do que deveria. (...)

A – Como é que você sabe que está falando antes da hora, na hora errada?

S – Pela cara deles.” (SU)

“Eu trabalhei muito a estrutura atômica com eles, inclusive a ligação atômica, os elétrons livres, os espaços para os elétrons livres se movimentarem, (...) aí perguntei, se você pudesse pegar uma lupa 1000 vezes maior do que essa e você pudesse olhar lá dentro e tal, nesse pedacinho de fio, o que vocês enxergariam em termos, por exemplo, da corrente elétrica? E eu fiquei desanimada, porque apareceu fluido, apareceu os átomos grudadinhos, entendeu? Eles continuam errando...” (SU)

“A gente falou que então iria verificar se realmente a lâmpada 1 brilha mais que a 2, né, que, só na prática mesmo, né. (...) Depois teve um grupo, eu me lembro de um grupo que falou que realmente a lâmpada 1 brilhava mais que a 2. Mas acontece que não ficou muito bem... na verdade eu deixei escapar isso aí, depois eu não lembro direito. No fim ficou mais o efeito de medir...” (MH)

“Não aproveito o que o aluno fala. Não sei como fazê-lo ter mudança conceitual. Não está claro o que eu posso esperar do aluno e o que eu tenho que falar para ele.” (MH)

“Quando o aluno tem uma pré-concepção, deixo passar ou dou uma explicação? O que eu faço depois que ele falou a pré-concepção? Porque se eu deixo passar, ele vai ficar com a impressão de que está certo, né, porque eu não falei nada, ‘se a professora não falou nada é porque está certo’...” (MH)

Ambas as professoras, SU e MH, pretendem incluir o que o aluno pensa nas aulas e nas atividades planejadas. No entanto, admitem que o ‘como fazer’ ainda não está claro para elas. MH, no primeiro exemplo dela que colocamos, quase conectou as concepções alternativas à sua seqüência de aulas. No entanto, ela se perdeu na própria atividade e se esqueceu de voltar à questão.

c) Não chega a incluí-las na seqüência

[falando da atividade de abrir a pilha] “Eles acharam que era pólvora, aí eu taquei fogo e não queimou. Eles acharam que era pólvora porque acendia, eles achavam que acendia! [ri]” (PA)

“E eles tiveram umas idéias, meio malucas, que a pilha, ela esquentava, que a pilha tinha elétrons dentro da pilha separados de um lado e do outro, que a pilha conduzia uma coisa de um lado e outra coisa do outro, que ela tinha energia.” (PA)

“Tentamos deduzir das medidas as formulinhas e tal e eles começaram a... Mas aí é coisa de aluno mesmo, ‘ah, mas não deu igual’ [falando das incertezas experimentais].” (PA)

“Eles chegaram a perguntar ‘professora, o que acontece dentro da pilha para que forneça essa energia, para que aconteça isso, para que acenda isso?’ (...) Eles não ficaram questionando muito sobre pilha comigo. O fato de eu ter explicado que acontecia uma reação química lá dentro (...) eles ficaram satisfeitos.” (MO)

“Eles tinham muito receio er... de mexer no material, muitos falavam, ‘ai, dá choque’ [com uma pilha]. (...) Mas eu não podia falar a resposta no começo, então eu não falava se podia levar choque ou não, eu não falava.” (MO)

“Eu falo primeiro pra eles pensarem. Aí eu fico esperando um pouco de resposta deles. Daí eu percebo que não tem mais como eles responderem então aí eu vou dar mais os detalhes, então aí eu vou falar a resposta.” (MO)

“Eles me pediram que nessa aula eu não fizesse perguntas e falasse o conteúdo.” (RO)

“Peguei um material num livro, e achei legal, e passei na lousa um resumo para os alunos. Eu achei uma atividade boa, porque era aquilo que a gente estava estudando, aquilo que eu queria passar para eles, né? Só que eles reclamaram da quantidade de material escrito na lousa, porque durou duas aulas pra copiar tudo.” (RO)

“[reproduzindo fala de aluno e resposta] ‘Ah, professora, mas como que a sr^a vai perguntar um negócio se a gente não estudou?’ ‘Ah, é isso mesmo que eu quero, quero que vocês... pra ver até onde vocês sabem, o que vocês imaginam que está acontecendo pra eu poder passar a definição depois pra vocês.’” (AP)

[Por que os alunos ficaram com a impressão de que as aulas anteriores à aula expositiva não serviram para nada?] “porque eles viram que realmente o que eles fizeram não tinha nada a ver com o que a física na verdade diz, entendeu?” (AP)

PA abandona o que os alunos dizem e parte para uma outra concepção. Ela afasta a concepção, de modo que não chega a incluí-las na seqüência. No último trecho, ela

interrompeu o pensamento dos alunos e foi fazer outra coisa. De fato, os relatos preponderantes da professora salientam corte entre o que os alunos falam e o que ela conduz na seqüência.

MO e AP não têm por hábito observar e inquirir alunos a respeito de suas concepções sobre os fenômenos. Estão mais acostumadas a *dar* respostas do que a *ouvir* as perguntas e respostas deles. Esses relatos mostram que o engajamento nas atividades de identificação das pré-concepções foi feito em consideração à sua participação no grupo, mas está ainda sem significado para elas.

Os relatos de RO também se encaixam nessa posição. Ela nos traz dados em que, ou deu a matéria, ou ficou perguntando e ouvindo as pré-concepções dos alunos. Como ela não sabe o que fazer com o que os alunos dizem, fica entre dar a resposta – e com isso dizer que o aluno está errado (e ela sabe que isso não é bom), e não dar a resposta, e esperar que ele construa sozinho o conhecimento (o que não acontece e que torna a aula frustrante para ela e para os alunos).

Pode-se deduzir que a professora RO, no primeiro trecho que colocamos dessa professora, havia, durante várias aulas anteriores feito perguntas e perguntas aos alunos, entretanto sem conseguir ajudá-los, pois em seu relato os alunos estavam perdidos no conteúdo e pediram para ela falar. No segundo trecho, ela ‘passou a matéria na lousa’ e aparentemente nem detectou as concepções espontâneas dos alunos. As reclamações deles sobre a quantidade de material escrito é significativa de que esse material não era resposta às suas dúvidas.

3. Como o professor conduz o desenvolvimento de uma atividade?

A clareza e a flexibilidade da condução de uma atividade pelo professor têm raízes no seu preparo conceitual, mas também na sua personalidade, pois há professores que apreciam a fluidez da aula e gostam da possibilidade de definir o curso junto com os alunos, e outros que realmente preferem manter seu esquema pré-preparado. Naturalmente qualquer dos excessos traz riscos – o professor que abre demasiado espaço para participação ativa dos alunos na definição do rumo de uma atividade corre o risco de se perder dos objetivos e sacrificar a meta conceitual. Porém, manter-se rígido em excesso

também traz conseqüências, pois o professor pode perder de vista dúvidas ou colocações importantes dos alunos e com isso interromper o diálogo.

O item (c) – o professor não tem consciência – acontece quando há falta de percepção do professor sobre objetivos específicos de conteúdo com a atividade. Ele leva para a classe uma atividade ‘interessante’ (que ele achou interessante, não necessariamente os alunos compartilharam da opinião), e que sabe que diz respeito ao assunto, mas sem clareza do conteúdo específico a ser trabalhado. Nesse caso, ele pode ou não se abrir a manifestações dos alunos, mas como não há um critério pré-estabelecido, o que o aluno traz não faz sentido, pois o diálogo já está, de antemão, interrompido e/ou reduzido a interações descompromissadas entre os sujeitos.

a) Clareza dos objetivos da atividade e abre espaço para manifestações dos alunos

“[O seu objetivo com essa atividade era eles aprenderem...?] O que é um circuito em série e em paralelo. É. Meu objetivo era esse. Meu objetivo era eles terem contato com esse tipo de circuito.” (RE)

“Eles faziam os desenhos, da pilha, da lâmpada, e que o que eu percebi? Eles sentiram necessidade de representar por um símbolo, aí foi o seguinte, eu falei assim, vamos simplificar o desenho? Porque é difícil desenhar uma lâmpada, uma pilha, então vamos usar esse símbolo como estão nos livros?” (RE)

“Na última aula eu fiz a atividade dos circuitinhos. Eles tiveram que montar os circuitinhos. (...) e um aluno percebeu uma coisa interessante: que os filamentos da lâmpada ligam-se em pontos diferentes da base.” (SZ)

“Antes eu dava um roteiro pronto, rígido, de experiências. Agora olho mais a seqüência, não faço a ‘minha’ seqüência, olho o que os alunos trazem de conhecimento. Aí eu mudo, porque fico pensando no que eles precisam, no que eles trazem...” (SZ)

“Logo que a gente começou a mexer com os circuitinhos e tal, eles queriam ver o que tinha dentro da pilha, né? (...) E aí eles queriam abrir a pilha para ver o que que tinha, se tinha alguma assombração lá dentro. Aí foi interessante, (...) eles ficaram curiosos e aí eles queriam até pesquisar para que que serve cada coisa,...” (PA)

No primeiro relato, percebemos que a prof^a RE, em suas primeiras aproximações a um novo conteúdo específico, propõe em seu planejamento atividades que mantêm objetivos pouco específicos e isso a ajuda a incluir a voz do aluno na atividade. No segundo trecho citado, RE percebe pelas movimentações dos alunos o momento de inserir um conteúdo novo durante a atividade. O primeiro relato de SZ é interessante porque mostra uma inclusão de observações feitas pelos alunos na atividade mesmo ao pesar de o professor não ter domínio do conteúdo específico a que o aluno chama a atenção.

b) Clareza do objetivo da atividade mas não abre espaço para manifestações dos alunos

“Então eu fui fazendo tudo aquilo, eu sou muito assim, eu quero seguir o que eu faço. Tanto que eu não consigo mudar um pouco durante a aula. E essa turminha aí permitia eu fazer isso.” (CS)

“Estou fazendo as atividades, mas não aproveito o que o aluno fala. Não sei o que fazer com o que ele fala.” (MH)

“Não partiu do aluno a necessidade de estudar isso e aquilo. Eu é que fui dando o que eu planejei...” (MH)

[*durante uma atividade sobre circuitos*] “Eles não ficaram questionando muito sobre pilha comigo. O fato de eu ter explicado que acontecia uma reação química lá dentro (...) eles ficaram satisfeitos.” (MO)

“Aí depois nós começamos a, nas outras aulas, foi tipo um debate, eu fui perguntando e fui... também, fui falando, fui dando um pouco das respostas também. (...) Sobre como é a corrente elétrica, a trajetória, o caminho, que existe corrente elétrica nos sólidos, mostrei pra eles, antes de eu mostrar, eu fazia perguntas, que eles respondiam até onde eles sabiam, depois deu percebia que eles não tinham mais como responder mais nada pra mim. Então é aquela hora que eu acho que o professor tem que dar a resposta que eles esperam.” (MO)

[*relatando uma atividade de circuitos compostos*] “No começo é experiência, experimental, depois é relatar, observar, tudo o que você observou da experiência, do relatório, e eu deixo a conclusão livre para eles, então eu vou poder observar qual que é o nível de conhecimento deles. Seriam esses os critérios que eu repetiria. Seria

a organização. Acho que tem que ter organização. Tudo o que tem organização você consegue chegar ao seu objetivo final.” (MO)

“E me cansa um pouco muitas vezes assim, ser meio lenta, deixar o aluno ter um certo tempo dele, esperar um pouco ele chegar a certas conclusões. Eu fico um pouco nervosa com isso aí, então eu dou umas corridas.” (SU)

[*Na parte da seqüência de corrente elétrica, sobre a pergunta - como a lâmpada acende?*] “Eles não falam da carga, eles continuam falando em energia, em coisa-e-tal. Se eles não falam de carga, não chegam na carga, como eu posso continuar?” (SU)

[*fez uma demonstração de circuitos em série e paralelo, e fazia perguntas, e os alunos sabiam a resposta*] “Eu fiquei chateada porque eu achei que primeiro eu deveria fazer com eles a experiência pra depois elaborar com eles as propriedades, as relações das associações. Não sei, pra mim eu acreditava mais nisso, né? Mas como já estava lá na associação de resistores, e eles já tinham visto isso, né...” (RO)

CS tem uma idéia clara de quais são as pré-concepções dos alunos e já define um caminho que pretende incluir todas as possíveis dúvidas e concepções. Mas admite que depois que planeja, o curso da atividade se torna rígido, e ela não abre possibilidades para outras concepções que apareçam.

MO tem expectativas claras do que quer com uma atividade, e mostra isso aos alunos nas aulas subseqüentes, discute com eles os conceitos. O primeiro trecho de MO ilustra o caminho único da professora com a atividade. Ela estudou a pilha na hora em que seu planejamento chegou nesse conteúdo. Ela comenta que os alunos perguntaram antes sobre o que acontece na pilha, e que ela deu uma resposta que os acalmou – e não que os instigou para saber o que aconteceria, uma vez que ‘não era hora de trabalhar a pilha’, então ela não abordaria esses assuntos.

SU, assim como MH, também sabe onde quer chegar conceitualmente com a atividade. Ela mostra o conceito, quer que os alunos cheguem lá. Quando eles divergem, ela induz para que eles sigam o caminho dela. Ela não sabe o que fazer quando eles aparecem com novidades. Por isso ela força para que eles permaneçam no seu caminho.

No relato de RO, a professora, paradoxalmente, expressou frustração porque os alunos sabiam a matéria. Ela tinha uma atividade seqüenciada de experimento-discussão-fechamento com explicação, e estava preparada para segui-la, e os alunos ‘a atrapalharam’ porque já sabiam o conteúdo que ela queria falar para eles só depois.

c) Não tem consciência sobre os objetivos específicos da atividade

[*Em resposta à pergunta, qual era o objetivo de você fazer o experimento? Que que você queria com a aula?*] “Eu queria... Ai, agora você me pegou, deixa ver, deixa eu pensar... eu queria que eles acendessem a lâmpada e que de alguma forma aqueles átomos, que eu fiz a... Aqueles átomos que a gente tinha feito antes da eletrização..., que ali os átomos se movimentavam.” (AP)

[*Imita idéia de outro professor em fazer demonstração, e não aula experimental, para ensinar o conteúdo de circuitos compostos*] “Como eu tava atrasada com o conteúdo, eu falei, quer saber? Vou fazer também...” (RO)

[*Sobre aula de demonstração de circuitos, respondendo à pergunta: qual foi o seu objetivo da aula?*] “Ah, eu queria ensinar a eles a mexer no multímetro. Por isso é que eu fiquei frustrada: que quem mexeu fui eu.” (RO)

AP é reticente ao falar sobre seus objetivos. Ela se concentra mais na atividade que no seu intuito com ela. Nesse exemplo, ela diz que fez a atividade para que os alunos aprendessem que os elétrons se movimentam. Porém, os elétrons “já se movimentavam” no conteúdo anterior, de eletrização – então esse não era o conteúdo novo que estava sendo levado.

Os relatos de RO contam de uma atividade que ela realizou e com a qual se frustrou. Durante a entrevista, ela se dá conta de que com o objetivo específico que traçou para a atividade (aprender a mexer no multímetro), ela não poderia ter feito uma atividade de demonstração.

4. Como o professor faz o fechamento de um tema ou atividade?

Percebemos para essa categoria três tendências, sendo a mais coerente um fechamento de tema que complementa e sistematiza o conhecimento construído durante a aula ou seqüência de atividades. Além deste, identificamos situações em que o professor não percebe necessidade de fechamento, e espera que com as atividades o aluno tenha conseguido construir e compreender a ciência toda que foi trabalhada nas aulas. No terceiro item, o professor interrompe o curso das atividades para falar da ciência ou desconecta a aula de fechamento da seqüência que a precedeu.

a) Relaciona o conhecimento científico com o que o aluno construiu

“Eles acabaram, fizeram a atividade, mediram, confirmaram... (...) E daí na outra aula, (...) eu levei escrito o que seria a aula expositiva. De dizer como... o que acontecia, levei a fórmula, expliquei qual era a relação. Antes eles tinham percebido, o que acontece quando você aumenta, por exemplo, quando você aumenta a corrente o que acontece com a diferença de potencial, (...) mas eu ainda não tinha falado do que dependia a resistência. Deixei pra falar depois da lei de Ohm. Então aí eu levei, o que era a resistência equivalente, dei as fórmulas pra eles. Levei tudo digitado, escrito.” (CS)

“O fechamento... o fechamento é normalmente eu falando. É dando uma conclusão daquilo que eles falaram, então eu pego o que nós chamamos de síntese, mas não é bem aquela síntese que nós fazemos não. Eu pego aquilo, de fato se houver uma definição daquilo, eu faço a definição, eu complemento, é isso.” (SU)

“Porque tudo o que eu falei durante essa aula expositiva, eu já tinha trabalhado com eles a idéia. Então não foi uma coisa nova. Foi realmente assim, um fechamento de idéias. Foi importante para o aprendizado deles, porque eu retomei falas de alunos” (RE)

“Ah, eu dei aquele texto que eu tirei xerox. Você viu que tinha as lâmpadas em série, em paralelo, e as pilhas também em série e em paralelo. Então teve um exercício ao final” (SZ)

“[*Conclusão da atividade*] Ah, normalmente só no dia seguinte, né? Porque as atividades normalmente têm um desafio, e eles tentam resolver o desafio, mas normalmente só dá tempo no dia seguinte. Então na aula seguinte é que eles vão falar o que eles

entenderam então sempre a gente faz uma conclusão (...), oral, a gente vai contando.” (SZ)

“No final da aula eles entenderam, tanto é que eu pedia para eles, que eles explicassem na lousa, (...) Então no final eles sentiram a dificuldade, tentaram várias vezes, eu repetia várias vezes a mesma explicação, várias explicações, né, passo a passo, mas eles entenderam.” (MO)

“Depois o debate em sala de aula, o resultado das correções que eu fiz, o que eu esperava, o que eu não esperava, as correções referentes ao relatório. (...) Depois a síntese, (...) Eu fiz a síntese no quadro negro. (...) E depois, no final, a atividade final.” (MO)

“E depois a gente discutiu a pilha e tudo, e depois eu fiz uma síntese falando sobre a pilha e completei essa síntese falando da corrente elétrica.” (MH)

Nesses relatos todos, alguns mais explicitamente que outros, a idéia da conexão entre as atividades-meio e o fechamento aparece. É importante lembrar o privilégio que demos aos dados da segunda metade do ano, depois da idéia de fechamento ter sido trabalhada no grupo dos professores. No primeiro semestre do trabalho do grupo, eram mais freqüentes os relatos de atividades que não desembocavam em uma ‘síntese’. MO comenta, “*No começo eu achava que era para não falar as respostas, né, então eu não falava.*”

b) Não faz fechamento explicitamente

[*fim de uma atividade experimental sobre pilha de Daniell*] “E aí terminou assim, eles mesmos concluíram que era uma reação química.” (PA)

“O que aconteceu depois é que essas coisas não foram discutidas, eu acho. (...) Eu acho que eu falhei nessas horas, (...) ficou mais assim no fenômeno do que na explicação.” (MH)

“Eu achei que poderia ter feito uma discussão melhor, uma síntese boa, né, teria ficado mais claro pra eles. Eu acho que o que eu faria é isso aí. Eu coloquei a discussão e depois ela não foi concluída.” (MH)

“Eu quero que eles falem em carga, eles não falam, né? Como é que eu vou continuar se eles continuam falando que é uma energia que passa, sei-lá-o-quê...” (SU)

“Nessa aula, então, eu resolvi fazer umas perguntas sobre condutores e isolantes pra eles. Eles não estão sabendo responder! Quer dizer, eu pensei, né, depois de todas essas aulas, os experimentos, tudo... olha, fiquei numa chateação...” (RO)

No relato de PA, uma atividade experimental complexa que envolve fenômenos de natureza química e passagem de corrente elétrica e medições de tensão, a conclusão, pelos alunos, de que a pilha funciona com uma reação química foi superficial e não exigiria a realização do experimento. MH expressou bastante lucidez em sua reflexão, de ter se concentrado na atividade e se esquecido de um fechamento das idéias envolvidas. O descontentamento de RO vem justamente do fato de ter esperado que seus alunos houvessem compreendido todo o conteúdo apenas com os experimentos realizados. Ela, ao fim do ano, comenta: “*Antes eu achava que a aula expositiva não tinha muito valor, e agora com o tempo, né, pra ser sincera a minha ficha caiu agora, sabe, que a aula expositiva é importante sim. A aula expositiva é necessária, mas não só a aula expositiva, se a gente não criar um jeito que o aluno se motive para a aula.*”

c) Faz fechamento com ruptura entre o conhecimento construído e o científico

“Aí, eu falei, que que vocês acham? O que tá melhor, qual que vocês acham que tá mais perto, ou esse ou esse? (...) Aí eu peguei, aí eu fui definir pra eles.” (AP)

“Eles disseram que tem uma energia que sai do fio, que tem elétrons positivos e negativos (...) e aí o que eu fiz? Aí eu peguei e fui definir pra eles o que era condutor.” (AP)

[*Após uma atividade com o potenciômetro*] “Aí eu defini a lei de Ohm. E uma menina me escreveu que gostou de calcular a lei de Ohm. Eu não gostei. (...) Eu queria que tivesse um pouco mais de sentido e achei que aquilo não ficou com muito sentido.” (AP)

[*Fim de atividade sobre circuitos em série e em paralelo*] “Então chegaram às fórmulas e então fizemos exercícios de circuito em série e em paralelo.” (PA)

“Peguei um material num livro, e achei legal, e passei na lousa um resumo para os alunos. Eu achei uma atividade boa, porque era aquilo que a gente estava estudando, aquilo que eu queria passar para eles, né.” (RO)

[*Contando sobre como finalizou uma atividade de circuitos em série e em paralelo*] “Aí teve aquela babaquice, né, das propriedades (...) da associação. (...) Que tem aquelas fórmulas, sobre a resistência equivalente, calcular a corrente, calcular o resistor. Sabe?” (RO)

Nos três relatos de AP, é visível a quebra entre os dois momentos da aula – um com atividades e participação dos alunos, e outro em que ela lhes vai contar a verdade científica. PA é um pouco mais sutil, pois coloca um pretensão protagonismo dos alunos para ‘chegar às fórmulas’. No relato de RO, ela usou uma aula dupla para compartilhar com os alunos um texto que ela achou significativo e que tratava do conteúdo de corrente elétrica, o mesmo que estava sendo trabalhado em atividades anteriores. Embora o conteúdo fosse o mesmo, a professora não fez uma relação explícita entre o que os alunos copiaram e as idéias trabalhadas antes. O segundo trecho de RO também traz ruptura no fechamento, mas além disso demonstra um menosprezo quando esse fechamento traz a matemática (comentaremos mais adiante).

5. Que estrutura segue a seqüência aplicada pelo professor?

Essa categoria não trata de quais conteúdos o professor escolhe, mas de como ele os dispõe em seqüência e de que razões o orientam para a escolha. Na letra (a), o eixo está em um fenômeno a compreender ou em uma questão a resolver. Na (b), a estrutura segue uma lógica racional centrada em conteúdos. Há ainda no item (c) a seqüência randômica, que é um aglomerado de atividades que não pertencem a nenhum eixo. Seqüências sugeridas por um índice (o do livro didático, por exemplo), também são racionais, mas foram classificadas na letra (c) se o professor escolhe a seqüência do livro não pela lógica do conteúdo, mas por ser uma seqüência já pronta e disponível.

a) Conteúdo com origem em uma situação problema

“Eles tiveram que montar, e antes disso, eu dei as questões pra eles, os probleminhas conceituais, né,...” (CS)

“Por exemplo, eu pedi pra eles desenharem o átomo, né? (...) Porque, depois, eu vou querer trabalhar com eles a eletrização, então quero que eles entendam...” (MH)

“Percebi que vou ter que trabalhar a lâmpada, a pilha e o condutor.” (MH)

“Então, como eles ficaram com aquela pergunta, né, ‘por que tem que ligar um fio embaixo e outro do lado?’, então nessa aula eu fiz eles abrirem a lâmpada.” (PA)

“Depois que eles desenharam o circuito, eu dei para cada grupo o desenho do átomo que eles haviam feito e eles tinham que colocar aquele átomo no circuito, né? No fio condutor. ‘Então, que elétrons são esses?’ (...) Eles se surpreenderam.” (RE)

“Quando nós fizemos o circuito, eles ficaram com dúvida do que acontece na pilha. Então nós combinamos de na próxima aula abrir uma pilha, e eles levaram uma nova e uma usada. (...) e depois, fizemos a pilha de volta.” (SZ)

O relato de CS descreve suas primeiras aulas no conteúdo, e mostra que ela tem um problema que motiva a seqüência e o compartilha com os alunos. MH também tem um problema que a norteia no conteúdo, pois ela sempre fala de seu planejamento em termos de fenômenos: no primeiro relato, a eletrização, e no segundo, a corrente elétrica num circuito simples. Seus relatos, no entanto, não trazem evidências de que os alunos entendem e compartilham dos problemas que ela planejou. RE fez o problema aparecer para os alunos durante uma atividade. Eles se surpreendem por ter que dar coerência entre o átomo desenhado algumas aulas antes, e os átomos da estrutura microscópica do fio condutor. Os relatos de SZ e PA não estariam nessa categoria se as professoras não tivessem essas atividades já previstas em seu planejamento, conforme nós tivemos acesso. SZ já pretendia trabalhar a pilha de Volta, e espertamente captou falas de alunos nesse caminho e as usou para significar para eles a próxima atividade.

b) Lógica do conteúdo científico estabelecido

“Nós estávamos estudando circuito simples, e nós tínhamos uma pilha, já tínhamos conversado sobre corrente elétrica, a pilha e a lâmpada. E então eu conversei bastante, expliquei a situação, de qual a importância do filamento da lâmpada, como é que acende a lâmpada, (...) Faltou a pilha, faltou explicar a pilha.(...) que eu já expliquei sobre a importância do receptor, dos condutores, e do gerador?” (MO)

“Eu expliquei assim, que existia uma reação química dentro da pilha, e que essa reação química, ela transformava em energia elétrica. (...) Na verdade eu fui falando de transformações de energia, eu cheguei até energia luminosa.” (MO)

“Porque eu pretendia dar aquela pilha de Daniel, né? Então aquela questão lá de, dos ânions, dos cátions, né, eu pensei, se eu começar a falar tudo isso, deu dois elétrons, né, então ocorreu oxidação, cedeu, redução,.. eu tinha que falar alguma coisa que eles entendessem, né, o que que tá acontecendo... onde a gente olha, né, para saber se vai doar ou se vai receber.” (SZ)

[*Como é que você começou o conteúdo?*] “Er... eu dei toda aquela parte de estrutura da matéria, a gente tentou ver... algum modelo... que servisse pra explicar algum fenômeno. Aí depois disso, teve a síntese da corrente elétrica, que foi a tal da aula que eu dei pra eles, aí... eu acho que aí, eu acho, eu não lembro direito, mas eu acho que eu disse a eles que a gente fez um estudo mais ou menos das causas da eletricidade. Das causas, entendeu? E que agora a gente ia estudar os efeitos. Causou isso, que efeito que vai ter agora?” (RO)

[Recorte do planejamento de MO, já reformulado:]

Eixo principal (1º Bimestre) – Através do estudo da eletrostática fazer o aluno perceber a existência de fenômenos físicos importantes e a sua evolução histórica (os estudos e experimentos dos grandes cientistas até chegar na idéia de Corrente elétrica);
 Eixo secundário 1: um texto sobre os fenômenos físicos da natureza que envolvem a importância da eletricidade no nosso cotidiano.
 Eixo secundário 2: experiências sobre os processos de eletrização (contato, atrito e indução);
 Eixo secundário 3: a estrutura da matéria (condutores e isolantes) , construindo uma representação do modelo de um átomo que possa explicar o funcionamento nas experiências eletrostáticas.

O reconhecimento desses dados é sutil, porque as atividades de conteúdo que os professores realizam no projeto de formação, e que depois vão querer fazer com seus

alunos, são conduzidas como respostas a questões-problema que os professores ‘compraram’. Como eles estão aprendendo a usar as atividades novas, eles muitas vezes imitam a seqüência pela qual eles passaram no grupo e iniciam a sua seqüência introduzida por uma questão. Nesses relatos, procuramos explicitar momentos em que os professores iniciaram com a idéia de um problema, mas caíram numa seqüência lógica e racional. Por exemplo, a professora RO relata que estava elaborando com os alunos modelos para explicar fenômenos, mas seu depoimento continua com um planejamento que se fecha numa lógica causa-efeito. Por vezes esses dados ficam mais visíveis nos planejamentos que os professores elaboram. Nesse extrato do planejamento de MO acima, podemos ver que as atividades de eletrostática são centradas no conteúdo. A última atividade, da elaboração do modelo de átomo, foi trabalhada com ela no projeto, de modo que aparece centrada num problema.

c) Seqüência randômica ou sugerida por um índice

“Eu planejei fazer os circuitos em série e paralelo com eles, só que depois de corrente elétrica e intensidade de corrente elétrica eu coloquei campo elétrico. Isso antes dos circuitos em série e paralelo. Aí eu coloquei campo elétrico, depois eu coloquei a lei de Ohm. (AP)

J – E o que que o campo elétrico tem a ver com a lei de Ohm pra você?

AP – Não, não é que tem, é que... Porque aí, pra eles entenderem a eletrização.”

“AP – A escola fez um projeto de leitura, né, então eu peguei um texto do Marcelo Gleiser e a gente discutiu, eles leram, né...”

J – E como a leitura entra no que você está trabalhando com eles de eletromagnetismo?

AP – Não, é que era pra trabalhar a leitura com eles, né? Mas poderia sim, deixa eu ver...”

“Porque primeiro, era mais fácil eles ligarem em série, né, aí eles ligaram tudo em série, aí a gente mediu (...) E depois a gente construiu em paralelo. ‘ah, tem essa outra maneira’, aí a gente construiu em paralelo.” (AP)

“Agora eu tenho isso, um monte de atividade e eu quero mostrar, certo? Mas o que eu percebo, eu continuo sem o rigor de antes, né? Então, é diferente, mas eu quero

mostrar as coisas pra eles, mas também não sei se já estão no ponto de ver aquilo lá, sabe?” (SU)

“Então pra mim essa foi uma atividade legal. Logo em seguida, porque eu não sabia sair disso, (...) engraçado, eles não têm muito argumento, né? (...) e eu tava muito angustiada pra dar a atividade da caixinha surpresa.” (SU)

O planejamento de AP apresentado nesse relato segue o índice do livro didático no qual ela se apoiou. Quando questionada, ela produz uma frágil explicação. No segundo fragmento, a prof^a também tenta, *a posteriori*, dar sentido à introdução de uma atividade feita sem o cuidado de se manter na seqüência.

A seqüência de SU é meio ao acaso porque ela se entusiasma com as atividades. Todavia, além disso, ela expressa preocupação tendo em mente uma seqüência lógica, que é o que lhe dá segurança. Sua dificuldade talvez esteja em querer uma seqüência racional para sua coleção de atividades, pois não imagina que uma seqüência “não-racional”, ou com outra organização, possa ser significativa para os alunos.

O professor e as habilidades

Trazemos para as Habilidades categorias referentes ao tratamento que o professor dá a domínios de sua prática que não têm origem em um planejamento racional prévio, mas ainda dependem fortemente de sua atuação e iniciativa, como a coesão entre as atividades de um mesmo tema, a relação entre a matematização e o conceito físico e a flexibilização do planejamento conforme acontece a prática.

Uma habilidade se desenvolve como conjunção de vários fatores. Para essas habilidades podem ter influência, por exemplo, o preparo conceitual do professor, sua disponibilidade prévia para ouvir o aluno e considerá-lo como colaborador ativo no professor de ensino e aprendizagem, o conhecimento de várias abordagens para o mesmo assunto e de atividades diferentes que possam ser usadas, experiência de trabalho com a faixa etária dos alunos etc.

As categorias incluídas nessa dimensão, embora não sejam decorrências imediatas do construtivismo, estabelecem um elo entre uma relação direta com a teoria que estamos querendo explorar e uma ligação direta com os dados reais que trazemos da sala de aula. Desse modo, vão dar conta do conteúdo, do enfoque que o professor dá ao conteúdo e da utilização que faz do plano de aula.

Por exemplo, o fato de o professor dar muito peso diretamente à formalização matemática desvinculada do conceito físico (questão 7) denuncia contradição a uma idéia do construtivismo, que é, o aluno, ao operar com a realidade num nível mais superficial, ir paulatinamente definindo variáveis significativas, à medida que sente que elas são relevantes para descrever o fenômeno, e conseguir aprofundar sua compreensão e levá-la a um patamar de abstração.

6. Como o professor dá unidade às várias atividades que pertencem a um mesmo tema ou objetivo?

Quando o professor concebe uma unidade no seu planejamento e, conseqüentemente, uma conexão entre as diversas atividades integrantes, ele pode conseguir estabelecer essa fluência em sala de aula ou pode não alcançar essa concretização e relatar que seus alunos sentiram as atividades desconexas. O professor pode não ter essa preocupação na sala de aula, o que ocorre quando lhe falta uma unidade para si mesmo no planejamento, pois não há clareza sobre os objetivos ou o eixo conceitual das atividades, ou então porque lhe falta domínio de procedimentos mais cotidianos e ele precisa se voltar para ações de outra ordem na sua prática na sala de aula.

a) O professor consegue, na sala de aula, dar unidade à seqüência

[*Descreve seqüências*] “Primeiro eu dei os probleminhas e eles tiveram que dizer o que ia acontecer, o que eles achavam. E aí na semana seguinte, aí sim eu levei o experimento. (...) Mesmo antes de fazer a experiência, eles já foram pensando, porque eles ouviam o outro colega e iam mudando de idéia.(...) Ele lembrava a corrente elétrica, o que era a corrente elétrica, aí ele entendia que tinha que ser a mesma no circuito. (...) E daí na terceira aula eu levei escrito o que acontecia (...).

Deixei pra falar depois da lei de Ohm. (...) e depois da aula, aí eu dei os problemas...”
(CS)

“Quis abrir a lâmpada com os alunos para esclarecer por que tem que se ligar em partes diferentes.” (PA)

[Falando de duas atividades que ocorreram em momentos separados, e em que os alunos conectaram-nas] “Ah sim, eles queriam comparar a pilha de Daniel com a sólida...”
(PA)

“Quero finalizar retomando o meio ambiente [*tema usado na introdução da seqüência*] e mostrando que todas as atividades feitas serviram para um fechamento.” (RE)

“Eles faziam os desenhos, da pilha, da lâmpada, e que o que eu percebi? Eles sentiram necessidade de representar por um símbolo, aí foi o seguinte, eu falei assim, vamos simplificar o desenho? Porque é difícil desenhar uma lâmpada, uma pilha, então vamos usar esse símbolo como estão nos livros? (...) Então falei, ó, vocês percebem que vocês conseguem então agora abrir um livro e entender de uma maneira mais fácil, então vocês vão olhar, e vão descobrir o que que é um circuito em série, em paralelo, e vocês vão construir e vocês vão trazer.” (RE)

Nesses casos, mostramos o professor tanto com a intenção de dar unidade à seqüência, como trazendo indícios dos alunos de que foram bem sucedidos em perceber essa unidade, conectando conteúdos e atividades. Além disso, os próprios relatos trazem as conexões feitas pelos professores. No último extrato, por exemplo, observa-se a fluidez com que a prof^a RE relata passar da atividade experimental dos circuitos para o desenho e a representação, para atividades de leitura e finalmente para circuitos compostos.

b) Não consegue concretizar na sala de aula a unidade da seqüência

“Fragmentei o conteúdo em várias partes e achei que os alunos iam ligar as partes. Mas para eles não ficou isso. Porque fui eu quem sentiu a necessidade, não partiu deles.”
(MH)

“Porque eu ia ligar isso, com o fato de, por exemplo na pilha você tem cargas, né, as cargas negativas também se movem. E aqui você tem os íons, né. Mas eu não discuti isso.” (MH)

“Quero saber como vou voltar a falar do raio, porque foi aí que começou a discussão toda, né?” (MH)

“Como é que eu fecho [*uma atividade*]? Mal! Eu fecho mal. Porque às vezes... sabe aquela coisa... Eu não sei se eu fecho direito. Porque às vezes, por exemplo, a aula acaba. E quando você vai continuar da outra vez, você já perdeu uma coisa daqui de trás. Então é muito ruim, né? E trabalhar esse tempo é muito ruim. Eu não sei fazer muito bem isso. E talvez, Anne, eu coloque muito espetáculo para o aluno e a coisa não é tão... né... e eu não sei se eu fecho direito, você sabe que eu não sei? Eu não sei se eu fecho bem as coisas, e eu não sei se eu ligo bem uma coisa com a outra, sabe assim como capítulo de novela? Sabe, que você deixa o gancho, ... eu não faço bem, eu não faço.” (SU)

Reconhecemos nas falas desses professores o intuito de estabelecer uma unidade à seqüência de atividades. MH diz que fragmentou o conteúdo, mas em seu planejamento havia um eixo coeso, tanto que ela teve a expectativa de que o aluno iria compreendê-lo. SU também expressa espontaneamente essa preocupação.

c) Professor não tem essa preocupação presente na sala de aula

“AP – Aí eu coloquei campo elétrico, depois eu coloquei a lei de Ohm.

J – E o que que o campo elétrico tem a ver com a lei de Ohm pra você?

AP – Não, não é que tem, é que... Porque aí, pra eles entenderem a eletrização. (...) não, na verdade, eu queria só colocar, eu queria mesmo dar a fórmula, sabe?”

“Exatamente por causa desse circuito, que eu já expliquei sobre a importância do receptor, dos condutores, e do gerador? O que acontece dentro da pilha?” (...) “Então por isso que eu esperava que essa aula da síntese sobre corrente elétrica iria ser a resposta de todas as dúvidas deles. Que eles iam ficar apreensivos esperando as respostas, mas não foi isso o que aconteceu.” (MO)

“Eu acho que até ficou alguma coisa aí que a menina fala assim, foi muito legal a expressão dela, - ela usa, ela falava ‘fragmentada’. De corrente elétrica pra resistores. Ela falou ‘fragmentada’, entendeu, como se aquilo não tivesse ... ligação, né...” (RO)

“Parece que não fez muito sentido. Alguns até praticaram, mas eu senti que foram poucos. Sabe, o que que a tabela [periódica] tinha a ver com aquilo, sabe?” (RO)

“É, já tinha dado resistência elétrica e resistores. Já tinha falado o que é. Que é isso e tal (...) Aí quis pular pra primeira lei de Ohm.” [em seguida relata que alunos não a acompanharam] (RO)

MO acredita que tem uma seqüência clara. Não comenta nada sobre o que os alunos acham disso. Também comenta que há indisciplina e muitas ausências dos alunos, então isso acarreta em rupturas. Mas para ela, existe uma unidade evidente no seu planejamento e que não há necessidade de se preocupar em clarear essa unidade aos alunos ou de estabelecer pontes que conectem as atividades pontuais ao problema a ser resolvido / conteúdo a ser estudado (lembramos que ela começa o tema com um problema e termina com os conteúdos, conforme categoria 5). No extrato de AP, a unidade não existe, existem conteúdos e atividades justapostos. RO percebe a fragmentação, mas somente *a posteriori* e ao fim do ano, ao fazer um balanço de suas aulas.

7. Como o professor opera conceito vs. formalização matemática nas aulas?

A matemática sistematiza um conceito e o torna operacional, e também funciona como aprofundamento e internalização (‘fixação’) do conceito pela prática de resolução de problemas. No entanto, na maioria dos relatos os professores se esquivam da matemática, e há duas formas pelas quais eles fazem isso: ou ensinando o conceito sem a sua formulação matemática, ou provocando uma ruptura entre as aulas que ‘ensinam física’ (conceituais) e as ‘aulas de fazer cálculos’ (desvinculados do conceito físico). Outros professores conseguem uma passagem suave entre conceito e formalização, fazendo com que haja complementaridade entre ambos para o aprendizado do aluno.

a) Matemática & Conceito - Equilíbrio e complementaridade

“Aí eu dei problemas, er... pra resolver mesmo. Matematicamente. Dei problemas pra resolver a resistência equivalente nas associações em série e em paralelo, e aí eu percebi que eles têm dificuldade na parte matemática. Então eu fiz vários... aqueles

que eles tinham feito na experiência eram os mais simples. E aí eu coloquei aqueles mistos, mais difíceis e fui ensinando como calcular a corrente elétrica no circuito todo, como calcular em cada parte do circuito, a diferença de potencial, como é que monta, vai mudando o desenho... então eles acharam muito legal mudar o desenho. E depois como é que volta, vai achando qual a corrente em cada resistor.” (CS)

“Então veja bem, eu passei exercícios pra eles de calcular a corrente e a tensão e daí que eu fui fixando, se a corrente ia dividir igualmente, né. Então nos exercícios que eu fui colocando.” (MH)

A prof^a CS apresentou confortavelmente a passagem de um trabalho conceitual para um trabalho em que os conceitos se traduzem matematicamente. Durante as aulas de exercícios matemáticos, houve também aprofundamento conceitual. MH também nesse trecho relata um trabalho de matematização que incluiu a esfera conceitual nos exercícios.

b) Negligencia a matemática em favor do conceito

Para os relatos que negligenciam a matemática, classificamo-los em dois sub-grupos: dos professores que o fazem ‘com consciência’ e ‘sem consciência’. Adotamos esse procedimento porque temos duas professoras da 8^a série e que alegam que, com essa faixa etária, por diversas razões, principalmente a falta de pré-requisitos dos alunos, o trabalho possível deve ser somente qualitativo. Notamos, por outro lado, que uma dessas professoras sistematiza equações difíceis de química com seus alunos (a prof^a SZ, trazemos evidências adiante). Por causa disso, e também porque os outros professores igualmente reclamam a falta de pré-requisitos, não sabemos em que medida esses sub-grupos são significativos, e até que ponto as dificuldades das duas professoras da 8^a série estão apenas mascaradas pelo pretexto da faixa etária.

Sem consciência:

“Alunos estão pedindo fórmulas. Acho que eles se cansam de rodear sobre o mesmo assunto.” (MH)

[*Sobre o conteúdo de corrente elétrica*] “Fiz uma avaliação com três questões abertas, que eles deveriam responder em três linhas.” (RE)

“Alunos querem a vivência da matemática nas aulas de física. Eles pedem isso. Parece que eles acham, sabe o quê? Que se eu não fizer isso que eu não estou fazendo nada com eles, que não é aula de física... então é incrível, eles querem a matemática.” (RE)

[*Aula de exercícios de circuitos compostos*] “Antes os exercícios não tinham sentido para mim, agora eu acho bárbaro, porque eu estou entendendo, sabe? E eles também, porque nós vemos o que está acontecendo, nós entendemos, eles entendem da onde vêm as fórmulas.” (RE)

“Eu não sei, porque às vezes o aluno gosta da matemática, né, porque ele daí não precisa pensar muito, e essas aulas de construção do conceito eles têm que pensar, então vai ver que é por isso...” (RO)

Com consciência:

“Não, porque, a fórmula mesmo eu não trabalho, porque como é 8ª série, né, a gente não trabalha, assim, essas coisas assim muito matemáticas, a gente não faz.” (SU)

[*Algumas questões da avaliação que SZ elaborou para os alunos, íntegra no anexo 3:*]

O que acontece com o brilho das lâmpadas conectadas em um circuito em paralelo?

R – O brilho das lâmpadas ligadas em paralelo é igual ao brilho de apenas 1 ligada à mesma fonte, portanto, com brilho mais intenso em relação às lâmpadas do circuito em série.

Compare as situações em que utilizamos 2 lâmpadas ligadas em paralelo e apenas 1 ligada à fonte. Em qual dessas 2 situações as pilhas irão se descarregar mais rapidamente? Justifique.

R – A pilha irá se desgastar mais, onde houver maior “consumo”, ou seja, transformação de energia química em calor e luz.

No circuito com 2 lâmpadas ligadas em paralelo, a corrente que passa pela fonte, será 2 vezes maior do que a corrente estabelecida no circuito no qual há apenas 1 lâmpada ligada.

B- O que acontece se aumentássemos a concentração dos íons Cu^{2+} na solução?

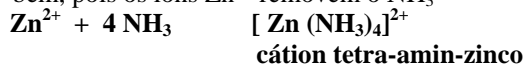
R – O Princípio de Chatelier mostra claramente que o equilíbrio seria deslocado para a esquerda, favorecendo o processo de oxidação e aumentando, portanto, o potencial de oxidação.

Assim, generalizando: - maior concentração \rightarrow maior potencial de oxidação

O que ocorre com o uso diário das pilhas comuns?

R – A amônia (NH_3) formada na semi-reação do cátodo, envolve o bastão de grafita, dificultando a descarga e, com isso, diminuindo a voltagem.

Retirando essa pilha do aparelho, após certo tempo, ela irá funcionar de novo, relativamente bem, pois os íons Zn^{2+} removem o NH_3



Os alunos de MH e RE pediram fórmulas matemáticas. Ambas titubearam e depois acabaram por satisfazê-los, com ajuda do grupo de professores do projeto e de um intenso

trabalho feito pelos monitores do programa de trabalhar problemas numéricos da eletricidade, relacionando-os com os conceitos físicos. No relato de RE, percebemos que ela fizera uma fuga da matemática enquanto não entendia a física dos exercícios.

SU justifica que não trabalha com a matemática, assim como SZ. Com respeito a esta professora, retiramos de uma avaliação preparada por ela duas questões em que ela trabalha um conteúdo de física (circuitos em paralelo), e duas questões com conteúdo de química (reações de oxi-redução na pilha), com o gabarito fornecido pela professora. Percebemos que a expectativa da professora com a formalização da química é bem maior do que com a física.

c) Trabalha ambos separadamente

“Porque pra eles a física é o quê? Um monte de fórmula, um monte de conta. Fórmula e conta. E eu tava trazendo muito experimento, aí quando chegou numa continha, eles gostaram...” (AP)

“Os alunos não estão tendo paciência pra montar o circuito, e dizem que querem contas. Daí eu concordei e fiz contas de ddp e potência. E eles gostaram, ficaram quietos, fazendo exercícios. Alguns alunos só, que reclamam que na outra sala há experimentos.” (AP)

“Tentamos deduzir das medidas as formulinhas e tal e eles começaram a... Mas aí é coisa de aluno mesmo, ‘ah, mas não deu igual’.” (PA)

“PA – Planejei quatro aulas de associações em série e em paralelo. Mas aí, pra colocar na [lei de Ohm], então agora eu quero que eles meçam a ddp.

J – Mas ddp?! E você já ensinou ddp?

PA – Na verdade, não.”

“Ah, depois do [experimento], aí teve aquela babaquice, né, das propriedades (...) da associação. As propriedades que regem a associação do circuito. Que tem aquelas formulas, um sobre a resistência equivalente, calcular a corrente, calcular o resistor. Sabe?” (RO)

Trouxemos exemplos de ruptura entre os conceitos de eletrodinâmica e suas equações: das propriedades das associações de circuitos (cálculos para resistência equivalente, corrente e tensão total) e da lei de Ohm. Os trechos mostram professores que fizeram atividades de exploração, descrição e interpretação qualitativa dos fenômenos, e que num segundo momento interrompem esse tipo de atividade para passar a fazer cálculos matemáticos. Nos dois relatos da prof^a PA, ela dispensou interpretações quando chegou à parte matemática: exame de alunos de que ‘não deu igual’ (o resultado matemático com o observado) é insignificante e classificado na caixinha de ‘dificuldades com a matemática’.

Refletindo sobre o ‘não deu igual’, obtivemos da professora a interpretação de que o aluno se referiu às flutuações experimentais das medidas com o multímetro em relação aos valores exatos dos cálculos teóricos. Contudo o aluno poderia estar, igualmente, expressando alguma expectativa de resultado – por exemplo, de que as quedas de voltagem fossem iguais para todos os elementos do circuito, o que de acordo com a lei de Ohm só aconteceria se os resistores fossem iguais. Ou seja, a consideração do aluno poderia estar repleta de significado físico a ser explorado.

Não encontramos relatos explícitos da prof^a MO para o trabalho da matemática em sala de aula. No entanto, na ocasião em que a professora deu uma aula expositiva para o grupo (que deveria ser similar à aula que daria de fechamento de corrente elétrica para os alunos), ela começou a apresentação dando atenção ao conceito, mas a partir de certo ponto, concentrou-se na equação $i = n.e/t$ e lá permaneceu, falando de unidades, valores e cálculos, sem resgatar a discussão anterior.

8. Como o professor opera o planejamento conforme a prática?

O professor prepara um planejamento de conteúdos e de atividades, dispostos de tal forma que as respostas dos alunos a uma atividade os preparem para a próxima. Mas a prática nem sempre ocorre conforme as previsões, e pode acontecer de o aluno não chegar às conclusões a que deveria, ou fazer observações diferentes das que o professor esperava.

Essa categoria dá conta da operacionalização do planejamento na prática da sala de aula, através de encaixes que o professor faz naquele planejamento inicial. Ele pode fazer encaixes conforme o que percebe das necessidades dos alunos em relação ao conteúdo que estão aprendendo, de modo a manter o diálogo. Ou então ele introduz atividades

pertinentes ao conteúdo, mas sem critério no feedback dos alunos. Uma terceira opção é de encaixes sem fins construtivos de conhecimento, ou seja, modificações que atendem a propósitos diferentes do conteúdo em construção.

a) Encaixes em relação com feedback e mantendo o objetivo final

“Aí eu achei melhor, porque eles têm ainda uma dúvida, ‘ah, se é mesmo circulação, por que a pilha acaba?’ Então isso é uma coisa que eles acham que é contra essa idéia. Aí então eu resolvi fazer com eles nessa próxima aula a pilha, eles estão super felizes.” (CS)

[A atividade estava prevista?] “Não, não tava porque... eu simplesmente queria ver o trabalho de cada um. Mas só que eles foram lá e eles apresentaram, eles queriam falar como é que eles fizeram o circuito, (...) o que tava acontecendo com a corrente...” (RE)

“Eles montaram os circuitos com duas pilhas, e eu já percebi que tem grupos que querem fazer outras associações de pilhas, eu já vi que eles perceberam isso...” (RE)

“Aí esse aluno veio com essa questão, e eu achei tão interessante (...) Então nós combinamos de pesquisar...” (SZ)

“No caso da pilha foi isso. Partiu deles. Eles queriam abrir a pilha, na verdade, pra... sei lá pra quê, então eles se entusiasmaram.” (PA)

“Nós fizemos todas aquelas atividades, mas os alunos ainda respondem, ‘Ali vem a energia positiva, ali vem a energia negativa’. Então eu resolvi, eu fui pegar um esquema da corrente elétrica num *site*, e daí eu fiz novas perguntas aos alunos.” (SU)

[Discussão de como fluem as cargas da pilha para a lâmpada] “Foi até um menino que falou assim, ‘ah, mas senão a pilha não vai acabar, né’ (...).Daí que depois eu fui definir, falei pra eles, “ó, a idéia que está mais correta é essa idéia aqui, por quê? Porque na verdade, essas cargas estão circulando, o que não significa que a pilha não vai acabar”. (AP)

Em todos esses exemplos, os professores flexibilizaram seus planejamentos atendendo a necessidades que os alunos expressaram em relação ao conteúdo. A prof^a CS, por exemplo, decidiu introduzir uma atividade experimental sobre a pilha de Daniell, após

ter trabalhado a idéia de que as cargas circulam no circuito, saindo da pilha e voltando a ela. A dúvida dos alunos que a professora identificou foi sobre o que acontece com as cargas dentro da pilha que não são ‘reutilizadas’. Assim, a atividade que a professora pretendeu encaixar no planejamento, para a aula seguinte, atendeu às necessidades dos alunos com relação ao conteúdo trabalhado. O encaixe da profª AP também foi ao encontro de uma idéia expressa pelo aluno (embora a forma como AP tenha reagido a essa necessidade possa ser questionada do ponto de vista do construtivismo); a professora elaborou uma explicação que não estava no planejamento, usando o feedback do aluno de que a pilha não iria acabar se as cargas circulassem.

b) Encaixes sem relação com *feedback*

“Senti necessidade de estudar sobre a pilha. Não sei se os alunos sentem também essa necessidade. Bom, mas dei a aula...” (MH)

[*Sobre atividade de construção da pilha de Daniell*] “Não deu muito certo. Eles ficaram frustrados, não, assim, meio preocupados, né? Porque a lâmpada não acendeu. (...) Eu já sabia que não ia acender, porque nós [*professores*] já tínhamos feito, eu já tinha conversado com o ZP [*monitor do projeto*] (...) É, realmente eu falei que o objetivo era esse, eu falei que eles deveriam construir a pilha para acender a lâmpada.” (MO)

“Eu tava muito angustiada pra dar a atividade da caixinha surpresa. Porque eu achava, sabe a da caixinha? Porque eu queria falar do modelo e eu achava que ela era fundamental. Mas aquilo não fluía.” (SU)

“Mas é que eu sempre quis fazer alguma coisa assim [atividades experimentais], então agora eu tenho isso, um monte de atividade e eu quero mostrar, certo? Mas o que eu percebo, eu continuo sem o rigor de antes, né?” (SU)

Nesses relatos, a atividade ou conteúdo encaixado pertence aos objetivos do planejamento e se ajusta na seqüência do professor, porém aparece descolado de uma necessidade vinda dos alunos, pois não está acoplado a um feedback. A profª MH fez uma colocação bastante ilustrativa para esse tópico, quando ela percebeu que o trabalho do conteúdo exigia um estudo sobre a pilha (que não estava incluído em seu planejamento inicial), porém deixou claro que a necessidade foi sua e que não partiu de manifestações ou

obstáculos advindos dos alunos. A prof^a MO também incluiu uma atividade sobre a pilha, e denunciou que o experimento se perdeu do eixo condutor quando o objetivo que ela colocou não atendeu a necessidades que os alunos poderiam ter, de entender como a pilha participava do circuito.

c) Encaixes irrelevantes para planejamento.

“[*Os alunos*] estavam, assim, só reclamando, que viam sempre a mesma coisa, fio, lâmpada, pilha, (...) aí então eu resolvi ir na lousa e explicar sobre os conteúdos e fórmulas. (...) Aí eles não entenderam nada e reclamaram.” (RO)

“E como eu tava atrasada com o conteúdo, eu falei, quer saber? Vou fazer também – porque vai mais rápido, né? Que em duas aulas já dei tudo e acabou, né?” (RO)

[Após 3 semanas sem aulas, PA responde à formadora sobre o que pretende fazer com os alunos] “Eu vou dar experimentos com ímãs, só pra eles verem se atraí, não atraí, que tem dois pólos...

J – Mas onde você estava antes?

PA – Ah, não, antes, deixa eu ver, eu nem me lembro... Ah, não, antes a gente estava vendo resistência, depois... Depois eu ia dar o resistor variável, mas aí não deu, né, esse monte de feriado,...”

“Não, eles queriam fazer [o circuito], aí depois que eles fizeram com a pilha eles queriam fazer com a bateria do celular, aí eles tiraram a bateria do celular, eles queriam... quanto mais a lâmpada brilhasse, mais eles gostavam.” (AP)

Essas inclusões são irrelevantes para as necessidades dos alunos ou para os objetivos do conteúdo. A prof^a RO conta, no primeiro relato, sobre uma aula expositiva que ela encaixou por conta de uma situação de indisciplina, e ela mesma comentou que foi inútil (como ela já sabia que seria), pois os alunos não entenderam nada da aula. Na segunda situação de RO, ela modificou uma atividade experimental para uma aula de demonstração porque estava atrasada com o conteúdo: também usou razões externas às de aprendizado. A prof^a PA incluiu a atividade com ímãs para preencher as suas últimas aulas do ano, e a atividade nem chegou a ser do mesmo assunto que estava sendo tratado anteriormente. A prof^a AP permitiu incluir na atividade um circuito com bateria de celular

em vez de pilha, mas deixou que esse novo circuito servisse apenas como fonte de prazer lúdico para os alunos.

9. Como o professor gerencia o trabalho na sala de aula?

A habilidade de gerenciamento diz respeito à manutenção de um ambiente favorável ao aprendizado, equilibrando a disciplina e a espontaneidade dos alunos. Nossos dados variaram entre três possibilidades: a do professor que mantém sua turma absolutamente sob seu controle, permitindo ações ao seu comando; a situação oposta, em que o professor sente-se sem o controle da turma; e a do professor que relata se sentir confortável com uma manutenção da disciplina que permite concessões de liberdade aos alunos.

a) Mantém disciplina, mas permite situações de “caos” que julga construtivas

“E eles foram pegando, e eles mesmos já foram montando, (...) e eu percebi que tem grupos que querem fazer outras associações de pilhas.” (RE)

“E eu acho que a preparação, veja bem, porque quando eles pegaram o material eles já tinham uma idéia de como era a montagem, né, em série e em paralelo. Eu acho que se eu só desse o material pra eles sem ter feito isso antes, eles iam ficar em dúvida e ia ser um tumulto todo e eles não iam aproveitar tanto.” (MH)

“Então eu comecei com a discussão, antes de fazer a ligação em paralelo. E daí eles disseram que a lâmpada que ficava mais forte, essa daqui, olha, iria brilhar mais que essa, porque estava mais perto da pilha. Foi isso o que eles falaram. Então eles falaram que o brilho da lâmpada seria maior se estivesse mais perto da pilha.” (MH)

“Também, em questão de barulho eles são os primeiros, né, então se você programar tudo certinho, tudo encadeado, eles vão indo, por isso eu preparo textos assim em paralelo, porque é bom assim, quando termina uma coisa, colocar logo outra coisa, né, pra eles ficarem já ocupados, senão fica cansativo, ...” (SZ)

“Porque você dá o material, não tem nada assim de etapas para eles cumprirem, eles vão ter que ter idéia de como eles vão fazer aquilo se concretizar, então esse é o que deixa mais interessante, né? Porque se você fala então faz assim, então assim, depois

assado, então se fica uma coisa assim muito passo a passo, então eu acho que dispersa um pouco. Agora quando você dá para eles, então, tem que acontecer, vocês vão ver o que vai acontecer, então eu acho que a curiosidade faz com que eles se animem.” (SZ)

Nesses trechos, notamos preocupações do professor em planejar estratégias que evitem dispersão ou indisciplina, mas ao mesmo tempo que proporcionem, dentro de limites, liberdade de ação para os alunos. A prof^a SZ, nos relatos, prepara atividades para manter seus alunos ocupados, mas também fornece desafios abertos e sem etapas rígidas, permitindo sua iniciativa.

b) “Rédeas curtas”, alunos têm pouca liberdade

“Aí eu solicitei... e pedi para que eles colocassem... Aí eu tinha providenciado... aí falei, vocês vão ter que ligar... Porque eu gosto assim, passo a passo.” (MO)

“No começo é experiência, experimentar, depois é relatar, observar, tudo o que você observou da experiência, do relatório, (...) Depois o debate em sala de aula, (...) Depois a síntese, (...) E depois, no final, a atividade final. Acho que tem que ter organização. Tudo o que tem organização você consegue chegar ao seu objetivo final.” (MO)

“Eu fiz assim, eu já dei um kit para cada grupo com o material certinho, né, e fui dizendo como eles deveriam fazer a montagem...” (PA)

Nesses relatos o professor preparou cada passo da aula, de modo que cada ação dos alunos estivesse de acordo com o roteiro. Quando a atividade é em grupo, como no primeiro relato, (prof^a MO), geralmente os grupos realizam cada etapa em uníssono.

c) Perde o controle da turma ou permissivo em excesso

“Tem uma sala que é muito problemática, há alguns alunos muito difíceis. (...) Eu me sinto podada, porque eu sinto que eu não tenho a confiança deles, sabe, eles não participam, e eles acabam por estragar os outros. (...) Então eu estou largando o

projeto com essa sala. Estou largando, porque não dá mais, não dá pra fazer as coisas.” (RE)

“Então eu lembro que eu fiquei assim, dando aula pra quem queria. Isso eu tô lembrada, você entendeu? Então, a alternativa pra mim seguinte foi continuar a matéria, porque os que mais me procuravam, porque não me procuravam, porque eu fiquei com a tabela explicando na frente, ‘vamos ver esse, por que tá escrito isso’ ... Então quando eu terminei, alguns, muitos conversando, outros fazendo alguma outra coisa, e alguns prestando atenção, né?” (RO)

“A – E por que você achou que foi péssima?

R – Assim, porque eu tive que fazer tudo e era um monte de alunos assim, eles chegaram até, assim, saíram das fileiras, fizeram uma roda assim grande, né, e perguntando, e querendo saber isso e aquilo.” (RO)

Nas duas primeiras citações os professores relatam o que para eles foi realmente uma perda de controle total da turma, e que inviabilizou o trabalho pedagógico. No terceiro, foi de uma aula de demonstração em que a professora se incomodou porque os alunos estavam fora da organização usual da classe (sentaram-se mais perto para ver melhor o experimento mostrado) e porque faziam muitas perguntas. O incômodo talvez não tenha sido pela indisciplina em si, mas pela falta de habilidade de gerenciamento da liberdade instalada.

O professor e as atitudes

As Atitudes dizem respeito a ações do professor *em interação* com os alunos e que, portanto, estão mais relacionadas com reações habituais do professor na dinâmica da sala de aula. Essas reações têm um visível teor afetivo e, dentro desse aspecto mais improvisativo, mostram o comportamento do professor na sala de aula nas ações não planejadas que ele tem que dar conta no cotidiano de sua atuação. Essa dimensão também traz informações de quanto internalizada está uma determinada teoria educacional para o professor. Além disso, traz grande aproximação com a realidade, nas relações que o professor estabelece na sala de aula.

10. Como o professor participa da construção do conhecimento durante uma atividade proposta?

Essa categoria descreve o quanto o professor se envolve na construção do conhecimento científico durante as aulas, junto a seus alunos. Identificamos situações em que o professor compartilhou com seus alunos as descobertas, a partir de atividades em que orientou os alunos ao mesmo tempo em que participou ativamente nas observações e interpretações dos fenômenos, com entusiasmo e curiosidade científica. Em outras situações, o professor, sem se envolver diretamente, acompanhou a realização da atividade pelos alunos e os orientou quanto ao que deveriam fazer e observar. Encontramos também a situação em que o professor se prende à atividade e a seu conteúdo implícito e não enxerga processo pelo qual o aluno está passando – o professor não acompanha, nem ‘de fora’, a construção do conhecimento pelo aluno.

a) Compartilha com os alunos a construção do conhecimento

“Então eles falaram que o brilho da lâmpada seria maior se estivesse mais perto da pilha.

Nem eu sabia se estava certo ou não isso aqui (risos). (...) A gente falou que então iria verificar se realmente a lâmpada 1 brilha mais que a 2, né, que, só na prática mesmo, né.” (MH)

“Mas aí eu fiquei com medo de abrir na hora porque primeiro que machuca, né, o metal, não sei. Aí eu falei, então na próxima aula a gente abre lá no laboratório. Aí eu pedi para todo mundo trazer pilha, e eu leveí alicatinho, e tal, aí a gente abriu.” (PA)

“Então aí um aluno perguntou, ‘mas como será que a lâmpada é por dentro?’, e eu achei tão engraçada essa pergunta, porque eu também pensei, ‘nossa, é mesmo, né?’ Então nós combinamos de pesquisar e um outro aluno trouxe, na aula seguinte...” (SZ)

“Eles que fizeram, né, as ligações e os contatos. Então eles descobriram o que é um contato elétrico, eu achei que foi muito bom, né (...) Quando a gente dá tudo pronto, é tudo tão mágico, então foi bom eles montarem.” (SZ)

“Porque eu acho que quando eles adoram é porque eu adorei também. Porque eu fico no meio deles. Sabe, eu fico muito envolvida, né? Essa também foi uma atividade muito legal.” (SU)

“[*Os alunos*] já sabem usar o multímetro, e relacionam com ver se está passando corrente, (...) então eles trouxeram o circuito pronto e tinham várias perguntas, por exemplo, ‘por que uma lâmpada brilha mais que as outras?’ (...) então nós pegamos o circuito, nós fomos vendo o que acontece...” (RE)

Nos três primeiros relatos, o envolvimento direto do professor ficou visível porque ele também estava construindo o seu conhecimento, ou seja, ele não dominava o conteúdo. Nessas situações, pudemos observar um interesse legítimo do professor, fruto de sua curiosidade para também aprender. Nos outros três relatos, os professores dominavam o conteúdo e se entusiasmaram com a atitude investigativa dos alunos, compartilhando com eles essa atitude.

b) Acompanha de fora a construção do conhecimento pelo aluno

“Eles até formam grupos, mas eu não consigo ficar, feito com esse grupo de sábado, num grupo. Eu não consigo perceber as coisas que vão aparecendo. Até para fazer pergunta, a outra pergunta, né? (...) Como eu tô junto ali, eu faço parte daquele grupo, então eles já têm alguma dúvida na hora, e tem coisa que eu já falo mais ou menos.” (CS)

“Aí eles ligaram ‘para que os fios, professora?’, eles perguntavam. Aí eu falei assim, vocês vão ter que ligar esse circuito aí. ‘Faz de conta que essa aqui é a pilha. Os pólos são essas placas. Agora monta o resto’. Então não pedi para eles, ‘ó, coloca o jacarezinho nessa placa, na outra placa’, eles que tiveram que fazer. Eles conseguiram.” (MO)

“Era eletrostática, e eu montei quatro bancadas e fiz quatro experimentos, né? E foram experimentos sobre eletrização, indução, contato e atrito. Então tinham quatro experimentos. E os alunos tinham que passar por essas bancadas. Se eles não passassem eles não tinham como responder às minhas perguntas.” (MO)

“Eu pedi pra eles acenderem a lâmpada,... Aí eles acenderam. Aí eu falei, e aí, que que vocês acham que está acontecendo e tal?...” (AP)

“Aí eu distribuí três lâmpadas. Não, distribuí duas primeiro. ‘Então vocês vão acender duas, será que é possível?’ (...) Aí eles colocaram três. Falei assim, ‘vamos ver se tem alguma coisa parecida, a gente estudou corrente’, inclusive já tinha dado inclusive alguns exercícios de corrente, (...) Falei, ‘será que a gente tem como medir, saber se realmente tá passando a corrente?’ (...) E depois a gente construiu em paralelo. (...) Aí, nessa aula de construir em paralelo, eu construí sozinha.” (AP)

“Um grupo vai medir e vai passar para os outros, e aí todo mundo observa o que que tá medindo, onde tá medindo,...” (PA)

[*Alunos montam molécula de glicose, após a professora SZ ensinar sobre a camada de valência*] “É, é. Doze hidrogênios e seis oxigênios. E usavam a tabela para ver a última camada. Gente, olha, essa aula foi muito engraçada, porque aí eles desenharam também, e ficou um trabalho tão bonito, e eu vi que eles gostaram.”

Nesses relatos, percebemos que o professor orientou sem se envolver diretamente na construção do conhecimento, mas apenas conduzindo os alunos em determinada direção. O professor acompanha sem se preocupar muito se é o aluno que está trazendo as dúvidas ou se é a atividade que ele preparou para que certos efeitos sejam observados. CS fica junto ao grupo para perceber questões conceituais que vão aparecendo, e que ela vai responder. Nada aparece que ela não sabe, ela não está descobrindo nada, os alunos estão. AP fez os alunos construírem um circuito em série e foi orientando, de fora, a montagem. Depois ela montou o circuito em paralelo. Em uma como em outra situação, não há um trabalho conjunto: ou ela faz e mostra, e os alunos ficam passivos observando, ou eles fazem de acordo com sua receita, e AP os observa e dirige o trabalho.

MO fala na primeira pessoa do plural, pelo que parece que ela está se envolvendo. Mas ela conduz numa direção exclusiva e os alunos são permitidos fazer observações e conclusões sobre a ciência que já está na cabeça do professor. Uma aula experimental de MO não sai do *script*.

As professoras PA e SZ, nos dois últimos relatos citados, não se envolvem porque querem dar autonomia aos alunos. PA quer que os alunos aprendam a medir e observar ddp

em circuitos compostos e SZ quer saber se os alunos conseguem sozinhos montar uma molécula de glicose, possuindo apenas informação da sua fórmula molecular.

c) Focaliza as atividades e o conteúdo implícito

“E eu tava pensando para eles fazerem a mesma ligação de um outro jeito. E daí isso aqui foi eu que fiz. Eu disse assim, e se a gente tirar esse fio daqui, né, e colocar como seqüência, né. A idéia de colocar aqui, não direto na pilha, mas em seqüência, que não precisava ficar ligado direto na pilha. E o que eles responderam? É, que eu propus, né, eu propus que ao invés de ligar os fios na extremidade da pilha nós poderíamos ligar a partir do fio da lâmpada 1. E daí eu desenhei o circuito assim, ó.” (MH)

“Porque associação em série e paralelo, sabe, não tem muito assim,... né? Fazer uma ligação ou mesmo a parte da aplicação, essas coisas, é muito babaca, muito fácil, muito matemática também, né?” (RO)

“A – E o que você fez com essa aula depois?”

R – Ah, depois do [experimento de circuitos compostos], ah, aí teve aquela babaquice, né, das propriedades, né?

A – que propriedades?

R – Da associação. As propriedades que regem a associação do circuito. Que tem aquelas fórmulas, uma sobre a resistência equivalente, calcular a corrente, calcular o resistor. Sabe?” (RO)

“Na hora de montar o circuito, ah, acende, não acende, na hora que tira uma apaga, olha que legal, então foi interessante, quer dizer, eles se interessaram. Mas na hora de medir, não sei se para mim já é chato, eu acho chato.” (PA)

No primeiro relato, os alunos propõem um jeito de fazer a ligação em paralelo e a prof^a MH quer que eles façam de outra forma. O ‘eu propus’ dela é uma ordem. Ela não discute a proposta dos alunos porque está presa na atividade e na informação que a atividade vai dar. Da mesma forma, RO e PA não relacionam a atividade com algum conteúdo que está sendo construído pelo aluno, e por isso acham ‘chato’. O que é chato

para as professoras? Elas se referem ao conteúdo específico, pois já sabem o resultado a que a atividade vai chegar. Como o conteúdo já foi discutido com os alunos em atividade anterior, a seguinte está reduzida a uma aplicação ou verificação para efeitos de ‘cumprir protocolo’ no currículo. Os professores não supõem que essas atividades possam dar alguma contribuição a mais para o aluno.

11. Qual a reação do professor a uma pergunta do aluno quando ele sabe a resposta a essa pergunta?

A alternativa mais adequada é aquela que dá conta do professor que procura trabalhar com o pensamento do aluno e o encaminha para uma resposta própria. Numa outra forma de agir, o professor não dá a resposta, mas tampouco consegue conduzir o aluno (embora possa achar que o está conduzindo), pois apenas repete a pergunta recebida. Tanto neste procedimento quanto se o professor simplesmente dá a resposta, o construtivismo prevê que ele pouco estará ajudando para a construção do conhecimento e compreensão efetiva pelo aluno.

a) Ajuda a construir a resposta

“Então, a curiosidade foi porque eles falaram que eles usavam a pilha, nunca sabiam quando estava para terminar ou não. Então com o multímetro, dá para a gente ter uma idéia, né,” (SZ)

“Eles começaram, a fazer umas perguntas, que aliás, eu nem tinha pensado, ‘mas esses elétrons aí, por que eles não caem dentro do núcleo?’ *Eles* perguntaram, e eu falei, Jesus Cristo, meu Deus, eu nem toquei nesse assunto! (...) Eles falaram, ‘a gente pode montar?’, *eles*, ‘a gente pode montar a experiência do Rutherford?’ Falei, pode.” (SU)

“Eles trouxeram o circuito pronto e tinham várias perguntas, por exemplo, ‘por que uma lâmpada brilha mais que as outras?’ (...) então nós pegamos o circuito, nós fomos vendo o que acontece...” (RE)

“Um grupo queria por cinco pilhas para ver, porque percebeu que com três pilhas brilhava igual a com uma pilha. Fiz perguntas, e eles foram chegando à conclusão...” (MO)

Os relatos mostram a disponibilidade do professor em trabalhar com a pergunta do aluno de modo que a resposta fizesse sentido e se conectasse à teoria em construção. SZ estava em uma atividade de medição em circuitos e aproveitou a pergunta do aluno, ensinando-o a descobrir a resposta usando o conceito de ddp. RE não respondeu à pergunta dos alunos, ela ajudou-os a analisar o circuito e descobrir a resposta.

b) Não dá a resposta e repete a pergunta

“Eles construíram os circuitos né, (...) daquela coisa, por que a lâmpada acende e tal. Eles ficaram curiosos para saber as respostas e queriam saber onde a professora queria chegar.” (RO)

“Os alunos terminaram de ler o texto, né, coletivamente, e ficaram com dúvidas. Eu não respondi. Achei que não devia dar todas as respostas. Então eu disse para eles pensarem.” (MO)

“Eu estou em dúvida de quanto tempo esperar para que o aluno chegue ao conceito sozinho. Não está claro o que eu posso esperar do aluno e o que não posso esperar dele, e que eu vou ter que falar para ele.” (MH)

“Eles não chegam ao conceito de carga. Eles falam de uma energia que passa, mas eles não falam que é carga. Então na síntese, fui lá e fiz a pergunta, para eles escreverem: ‘O que é carga?’ Ainda não li as respostas.” (SU)

Esses professores, nos relatos, estão esperando que o aluno construa o conceito sozinho. Eles acham que é uma questão de tempo e portanto esperam, nem sempre tão pacientemente, que o conceito apareça. RO relata que os alunos ficaram curiosos para saber as respostas, o que indica que a série de perguntas que a professora fez a partir das observações dos alunos no experimento não os ajudou a encontrar as soluções. No relato de MH, a professora ainda contrapõe a ação de dar a resposta com a de esperar que ela venha; não se visualiza a possibilidade da construção com auxílio. A prof^a SU devolveu uma pergunta com outra de pouca utilidade para o aluno.

c) **Dá a resposta**

[*Observação de lâmpada aberta, com intenção de ver os condutores*] “Alunos acham relevantes partes que eram secundárias!” (PA)

“Eles chegaram a perguntar ‘professora, o que acontece dentro da pilha para que forneça essa energia, para que aconteça isso, para que acenda isso?’ Eles perguntaram, mas eles, er... eu expliquei assim, que existia uma reação química dentro da pilha.” (MO)

“Ah, mas tiveram alguns que falaram, uns dois grupos, mas acho que eram os meninos que fazem SENAI...Não que eu tenha deixado de lado, entendeu? Mas aí como eles já sabiam, ah, deixa o que eles sabem mais pra frente...”. (AP)

Os alunos de PA observam os isolantes quando ela quer que eles observem os condutores. Ela tem a resposta de como uma lâmpada participa do circuito elétrico, que se relaciona com o caminho dos condutores dentro da lâmpada. Quando os alunos não conseguem chegar lá pela observação da lâmpada aberta, ela se impacienta e dá a resposta. MO dá uma resposta curta, rápida e indolor para o funcionamento da pilha. Mais adiante no seu planejamento, ela trabalhará com a pilha, mas a pergunta estará esquecida.

12. Qual a reação do professor a uma pergunta dos alunos quando ele não sabe a resposta?

Alguns professores têm reações imediatas e quase automáticas a perguntas feitas pelos alunos – respondê-las. Esses dados são muito difíceis de conseguir porque raramente aparecem nos relatos, especialmente quando o professor não sabe a resposta e se força a retrucar algo sem significado. Há também professores que honestamente prometem a resposta para outro dia, e pesquisam o assunto em casa para levar ao seu aluno na próxima aula. Observamos ainda outros professores que se interessam pela pergunta, mas se propõem a trabalhar com o aluno para descobrirem a resposta juntos.

a) Estuda, junto com o aluno, para descobrir a resposta

“Então aí um aluno perguntou, ‘mas como será que a lâmpada é por dentro?’, e eu achei tão engraçada essa pergunta, porque eu também pensei, ‘nossa, é mesmo, né?’ Então nós combinamos de pesquisar e um outro aluno trouxe, na aula seguinte...” (SZ)

“Então eles falaram que o brilho da lâmpada seria maior se estivesse mais perto da pilha. Nem eu sabia se estava certo ou não isso aqui (risos). Eu achei... eu fiquei assim, né, mas como eu perguntei, né? E eu tava pensando para eles fazerem a mesma ligação de um outro jeito.” (MH)

“E aquela experiência também do sal na água, que eu queria que a lâmpada acendesse e a lâmpada não acendeu, o pessoal ‘ah, faltou sal, né, ou foi muito sal,’ também teria como discutir. E depois um aluno, ele levou, ele fez, só que ele fez na tomada, né. Daí acendeu a lâmpada.” (MH)

Nessas situações o professor se propõe a estudar em cooperação. SZ e seus alunos efetivamente pesquisaram sobre a lâmpada e responderam à pergunta subliminar do aluno, que na verdade queria saber ‘como a lâmpada é por dentro’ para entender por onde a corrente passa para acendê-la. MH, no primeiro relato, se propôs trabalhar com o aluno sobre a hipótese de que a lâmpada mais perto da pilha, numa ligação em paralelo, iria brilhar mais. No segundo relato, ela quis pesquisar com os alunos uma dúvida deles sobre choques elétricos através da água. Tentou fazer um experimento de um circuito com lâmpada, pilha e água salgada, que não funcionou, e em outra aula abriu espaço para um aluno que havia conseguido comprovar o fenômeno.

b) Estuda e leva a resposta ao aluno

[*Traz a dúvida para o grupo porque quer ajuda para descobrir a resposta*] “Uma aluna teve a dúvida se os elétrons não podem se bater enquanto giram em torno do átomo.” (MH)

“Então eu falei pra eles, ah, isso eu não sei. Eu realmente não sabia, e vi que eu tinha que estudar aquilo. Então fiquei de estudar e levar a resposta pra eles...” (RE)

“Ainda não sei por que o tungstênio brilha e o cobre não brilha. E eles querem saber, eu também quero saber...” (RE)

“Achei legal o que uma aluna, uma aluna falou uma coisa muito legal, ‘por que que emitia a luz?’, ela me perguntou, né, e eu não sabia. Que eu achava que emitia luz só por causa do material. E aqui, alguém citou, não sei se foi a professora, falou sobre, que a velocidade do elétron, como se ela pulasse de nível e quando ela volta, ela emite a luz, é o fóton, né, daí eu fui ver. Depois eu voltei e falei pra ela.” (RO)

“Eu até digo, olha, pessoal, isso aqui eu não tenho certeza, dá um tempo aí que eu vou pensar. Mas até pra falar isso você tem que ter autoridade.” (SU)

Há uma preocupação dos professores, nesses depoimentos, em levar uma resposta significativa para o aluno. Eles não querem dar uma resposta qualquer, e como contam com o apoio do grupo de estudos, eles trazem essas dúvidas e buscam ajuda. SU salienta a preocupação com a manutenção da autoridade e com o clima de confiança que deve se estabelecer antes que o professor possa ter essa atitude de confessar que não sabe.

c) Responde com uma resposta sem significado

“Não, eu até falei a resposta, mas agora também não sei se o que eu falei para eles estava bem certo, né?” (PA)

“Foi até um menino que falou assim, ‘ah, mas senão a pilha não vai acabar, né’ (...).Daí que depois eu fui definir, falei pra eles, (...) “Porque na verdade, essas cargas estão circulando, o que não significa que a pilha não vai acabar”. (AP)

Esses depoimentos são difíceis de encontrar, pois o professor não tem muita disponibilidade para relatar essas informações. Há várias formas de deixar uma pergunta com resposta sem significado, por exemplo quando o professor simplesmente silencia e ignora a pergunta, ou quando ele muda de assunto. A informação de PA foi obtida em uma parte da reunião semanal em que se discutiam conteúdos de física, e repentinamente ela se interessou por uma pergunta que os monitores lhe fizeram, e que havia sido a mesma feita por um aluno. Na citação de AP, ela ficou insegura a partir de argumentos consistentes de seus alunos sobre a hipótese de que as cargas elétricas não retornariam para a pilha. A professora sabia a resposta a ponto de dizê-la ao aluno, mas não a ponto de poder explicar

a ele por que a pilha descarrega se os elétrons que saem retornam. Então a ‘definição’ foi uma interrupção que a protegeu de entrar numa discussão da qual não saberia sair.

13. Como o professor vê o aluno com relação ao conhecimento em construção?

Essa categoria dá uma medida indireta do quanto o professor se disponibiliza previamente a considerar o pensamento do aluno, a ouvir suas sugestões e a acreditar em sua capacidade, protagonismo e autonomia. O professor que vê o aluno como colaborador para a construção do conhecimento já tem uma pré-disposição para ouvi-lo, pois o que o aluno diz fará diferença, enriquecerá o trabalho da classe. O professor também pode ver o aluno como um indivíduo pouco capaz e que necessariamente precisa de ajuda, e percebe nas manifestações dos alunos qualidades que lhes faltam. Dentro dessa atitude, o que o aluno fala é *a priori*, muito provavelmente, um erro a ser corrigido. Uma outra atitude que encontramos foi a do professor que se protege do aluno, por ver nele um crítico do conhecimento do professor, de seu profissionalismo e das atividades que ele escolhe para a classe.

a) O professor vê o aluno como um colaborador para a construção do conhecimento

“Porque foi uma aula em que eles deram aula, entendeu? Eu assisti à aula deles. E foi exatamente isso, foi muito legal...” (RE)

“Eu simplesmente queria ver o trabalho de cada um. Mas só que eles foram lá e eles apresentaram, eles queriam falar como é que eles fizeram o circuito, (...) Então foi uma aula que me surpreendeu...” (RE)

“Eles já foram pensando, porque eles ouviam o outro colega e iam mudando de idéia. Ele entendia o que o outro tava falando, e que ele tava pensando errado. Ele lembrava a corrente elétrica, o que era a corrente elétrica, aí ele entendia que tinha que ser a mesma no circuito.” (CS)

[*Aula de montagem de circuitos*] “Um aluno percebeu uma coisa interessante: que os filamentos da lâmpada ligam-se em pontos diferentes da base. Olha, então nós pegamos o desenho, e olha aqui, um está ligado aqui embaixo e outro do lado, olha que interessante, isso eu não tinha percebido!” (SZ)

Nesses relatos, os professores “percebem que seus alunos percebem”. A prof^a RE abriu espaço para que os alunos ‘dessem a aula’, sob expectativa de que eles teriam contribuições importantes a dar. O relato da prof^a CS descreve uma mudança conceitual de seus alunos, que disseram anteriormente que a corrente ia diminuindo ao atravessar o circuito em série. A professora percebeu que eles mesmos, entre eles, puderam pensar sobre o conceito de corrente elétrica e decidir qual a previsão mais adequada. Os alunos de SZ são sempre fontes de novidades; a professora sempre se mostra muito aberta às contribuições deles.

b) O professor vê o aluno como um sujeito pouco capaz

“Quando eu ouvi a aula da SZ, eu procurei ver onde estava no caminho certo, né, o que eu ainda não sabia... Os alunos não fazem isso, não vêem isso nas aulas expositivas. Então eu acho que eles não sabem aprender, porque a gente dá uma aula e eles ficam ali, escutando, né, ...” (MH)

“E aí eles tiveram umas idéias meio malucas, que a pilha esquentava, que tinha elétrons...” (PA)

“Eles achavam que era uma coisa mais, sei lá, não sei se mágico ou se ...” (PA)

“Eles escreveram, falaram, né, as pré-concepções deles de como a lâmpada acende. Que tem uma energia que sai do fio. Que tem elétrons positivos e negativos. Aquela coisa toda lá...” (AP)

“Eu peguei esse esquema e fiz perguntas pra eles, e eles ainda respondem que ‘ali vem a energia negativa e ali vem a energia positiva.’ Então, sabe, eu acho que o aluno não está acostumado com essas aulas de confronto, né, em que a gente mostra algo que confronta com o que ele está falando.” (SU)

“Mas eu expliquei várias vezes e eles acabaram aprendendo...” (MO)

As manifestações dos alunos, conforme trazidas para esses relatos, denotam, para as professoras, que eles trazem deficiências e dificuldades a serem corrigidas. Nos relatos da prof^a PA, por exemplo, as idéias dos alunos são *a priori* consideradas inadequadas. Já a prof^a MO não vê seus alunos como *pouco capazes*, mas como naturalmente *menos*

capazes. Seu relato se diferencia dos outros porque ela de fato não se queixa do pouco conhecimento ou preparo do aluno, ela já assume que deve ser assim.

c) Como um crítico das atividades e do professor

“Eles tavam me indagando, me indagando, aí eu notei que eles tavam meio me... sabe, me cutucando.” (RO)

“Eu achei que foi um insight meu legal para mostrar para eles, er... que eu tenho conhecimento da matéria, entendeu? E também para mostrar pra eles que eu tô aberta pra mostrar de um outro jeito também. (...) E eles reconheceram, viu? Aí foi, ficaram quietos, assim, e não me encheram mais o saco não.” (RO)

“Eu percebi que eles achavam que eu não sabia o conteúdo, porque eu fiquei muito tempo na corrente elétrica. Até que um aluno falou ‘professora, a gente vai ver o ano inteiro a corrente elétrica?’ ‘Eu acho que a gente já mudou, né a gente agora está vendo circuitos.’” (RO)

Nesses relatos as manifestações dos alunos aparecem como críticas e a tomada de atitude do professor em resposta a essa arbitragem é a de dar satisfações e de provar sua competência e conhecimento. A prof^a RO tomou as reclamações dos alunos sobre a repetição do tema como um indício de que eles acharam que ela não sabia o conteúdo. Quando ela deu uma aula sobre resistência e os alunos ficaram quietos, sua interpretação foi de que eles perceberam que ela tinha conhecimento.

A Avaliação que o professor faz do seu trabalho

Examina-se aqui a tomada de consciência pelo professor a respeito daquilo que ele fez, uma reflexão sobre o seu trabalho. Essa dimensão traz informações sobre como o professor é capaz de analisar a sua atuação em sala de aula, esteja ela mais próxima dos comportamentos considerados construtivistas ou mais afastada.

14. Em que o professor se baseia para avaliar seu trabalho na sala de aula?

“A aula foi boa?” O professor pode avaliar seu trabalho a partir de indícios dos alunos, provindos da participação e da motivação deles durante a atividade, ou dessa participação aliada a resultados de aprendizagem. Ou então o professor pode se basear em si próprio para inferir sobre os resultados, em seu conforto durante a aula e em reflexões sobre o seu desempenho.

Indícios provindos da manifestação dos alunos durante a aula

a) Professor se baseia na participação dos alunos aliada aos resultados de aprendizagem

“É, por isso que eu achei que eles gostaram. É, porque, eu achava que se eles não tivessem gostado, eles não iriam ficar [terminando o exercício depois da aula] né, porque, sexta-feira, seis e vinte...” (SZ)

“E eles foram perguntando, foram falando, quer dizer, eu percebi que eles estavam entendendo.” (CS)

“E quando teve avaliação eu fiz, eu coloquei também essa parte matemática para calcular e eles... só que eu fiz com problemas mais simples, né, não com tantos resistores, e aí eles conseguiram fazer. (...) Então eles se saíram bem, deu pra ver, todos foram bem.” (CS)

“Eu acho que [a aula] foi boa se eles começam assim, ah, pra que que serve aqui, e como funciona isso. (...) eu acho que é bom quando eles estão interessados em saber mais.” (PA)

“Fiz o circuito e perguntei... Não saiu tudo o que eu queria. Eles não estão no ponto.” (PA)

“Aí a menina falou assim, ‘não se esqueça que é um modelo! A gente tá perto.’ Assim, meio que brincando, mas é uma coisa que ficou.” (SU)

“A – Como é que você sabe que está falando antes da hora, na hora errada?

S – Pela cara deles.

A – Quando você tá comentando as coisas?

S – É, eu vejo que eles ficam super desanimados. Eles não fazem perguntas, eles não...” (SU)

“Ontem apresentei a síntese para os alunos. Eles ficaram em silêncio absoluto ouvindo, eu nunca tinha visto isso antes. Estavam atentos, concentrados. Foi uma coisa muito positiva.” (MH)

“A pilha também, na hora de montar aquela pilha simples, (...) não deu certo, daí... então essas atividades que não deram certo,... na verdade, a classe, ela tentou até verificar por que não tava dando certo, entendeu? Então acho que foi positivo que acabou não dando certo.” (MH)

“Atingiu a minha expectativa. Eles diziam que acontecia alguma coisa, acontecia a corrente elétrica,... eles mostravam, né, porque eu perguntava pra eles, ‘como é que é o caminho?’ (...) eles mostravam pra mim.” (MO)

“E eles conseguiram associar, ‘ah, eu acho que os átomos estão aqui se mexendo de alguma maneira pra poder acender a lâmpada’ só que eles não sabiam como, né? Então eu achei legal.” (AP)

[*Aula sobre lei de Ohm, que aconteceu após aula de resistores*] “Primeira lei de Ohm, não-sei-que, vou fazer, e isso aqui, e isso aqui... Mas aí vira um aluno e diz, ‘Mas, prof^a, o que que é resistência?’ Né, elétrica. ‘Ué, mas a gente já não viu?’ Porque eu mais ou menos fiz para os alunos quando estudamos resistência, não só pra eles, mas para todas as séries, né?” (...) “‘Ah, eu não acredito!’ E eu achei que eu [tinha dado] uma aula e tanto, né?’” (RO)

Nesses exemplos, o professor considera o envolvimento dos alunos e procura nessa participação indícios de aprendizagem. O interesse dos alunos é desejado enquanto um interesse cognitivo. No primeiro relato (SZ), em que a aula foi boa porque ‘os alunos gostaram’, *gostar* significou para ela o esforço em fazer um exercício-desafio. No último trecho, a prof^a RO descobre na atividade seguinte, através de uma pergunta de aluno sobre o conteúdo que devia ter sido aprendido, que a aula que dera não fora boa – e comenta que em sua avaliação anterior sobre a aula, ela a havia achado satisfatória.

b) Professor se baseia na motivação e participação dos alunos

“Nossa, eles ficaram vibrando de alegria, ficaram contentes também.” (MO)

“Eu gostei porque eles gostaram. Em 1º lugar. Que eu não gostava quando na aula por exemplo os alunos não... Sempre levei isso em consideração. Eu saía arrasada quando eu saía e via, ah, não funcionou, não deu certo, não gostaram...(..) Eles gostaram também porque eles... eles mexiam no material, estavam fazendo a experiência.” (CS)

“Olha, eu vou te falar a verdade, porque o que importa, pra mim, é realmente o interesse deles. (...) Porque o conteúdo, eles vão esquecer...” (RE)

“Então me chamou atenção pelo interesse deles, e não foi uma coisa – foi uma coisa assim em que eles participaram, que eles gostaram de fazer.” (RE)

[*Não deu certo porque eles não aprenderam?*] “Não, nem foi isso, porque aí eles fizeram exercícios, e eu peguei exercícios do livro, então eles aprenderam, mas eu queria mais a participação deles.” (RE)

“Isso então foi assim, aí eles faziam em casa pra irmãzinha ver, sabe assim? Quer dizer, essa foi uma atividade que eles adoraram, e que eu também adorei.” (SU)

“Quase todas as aulas que eu fiz, assim, de experimento, eu gostei. Porque eu achei que eles participaram, não todos, mas 80% participou, se dedicou.” (AP)

“Eu gostei porque foi o primeiro experimento que eles puderam assim, estar mexendo, que antes eu tinha feito o da eletrização e eu tinha feito os experimentos lá na frente. Foi o primeiro experimento que eles puderam mexer e eu achei que eles ficaram muito... felizes, assim, fazendo.” (AP)

Nesses dados percebemos que o fator prioritário para a avaliação do trabalho do professor foi a participação e a motivação dos alunos, sem referência à aprendizagem que poderia ocorrer. SU pontua que os alunos fizeram o experimento em casa “para a irmãzinha ver” – era um experimento de eletrização em que um canudo desviaria o curso de um filete d’água. Não lhe ocorreu perguntar se além de mostrar o fenômeno, eles explicaram para a irmã por que aquilo acontecia, ou se a atividade havia ficado mais como um show de mágica. O fazer é importante, por isso as aulas de experimento, como diz AP, são boas. RE reitera: “*o conteúdo eles vão esquecer*”.

Sentimentos seus e reflexão sobre o seu desempenho

c) Professor se baseia em seu conforto e satisfação com seu desempenho

[*Quando considera a aula ruim*] “Eu fiquei frustrada. Eles, eu não sei. É engraçado, né, agora que eu tô percebendo, que quando eu fico frustrada, eu acho que eles ficaram também. (...) E não aconteceu [o efeito esperado no experimento], tudo dava errado, as medidas, eu não conseguia medir com o multímetro, eles não conseguiram medir, eles até entenderam [o conteúdo]...” (CS)

“Fui lá, peguei um dicionário, junto com o que eu sabia, e fui melhorando para ver se ficava melhor pra eles entenderem, né? (...) Mas eu achei que foi legal porque é assim... é... assim... eu achei que foi um insight meu legal para mostrar para eles... que eu tenho conhecimento da matéria, entendeu?” (RO)

“Aí eu falei para ela que eu não tinha gostado. Aí ela me perguntou por quê, aí eu falei ‘Ah, não sei, sabe? Eles ficaram fazendo um monte de perguntas, aí eu falava, e aí depois as medidas, eu ia lá, media e passava na lousa... não sei, sabe, eu achei que foi muito trabalhoso e não sei se rendeu alguma coisa, né?’ (...) Quando eu fiz a avaliação, que eu fiz a avaliação que a prof^a pediu, a aula tava lá. (Riso) As aulas que eles mais gostaram foram [estas].” (RO)

“Foi péssima!” ... “Eu [tinha achado] que eles não gostaram porque poderia ter sido melhor se eles tivessem feito o circuito (...). Mas não foi, porque na avaliação foi a aula que eles mais citaram.” (RO)

[*A que você atribui o fato de ela ter dado certo?*] “[pausa] ... a quê... Bom... Primeiro porque eu sabia, né? Bom motivo.” (AP)

“Aí eu defini a lei de Ohm. E uma menina me escreveu que gostou de calcular a lei de Ohm. Eu não gostei. (...) Eu queria que tivesse um pouco mais de sentido e achei que aquilo não ficou com muito sentido (...) pra mim. Porque eles gostam, tem aluno que gosta de fazer conta.” (AP)

“Primeiro porque eu não deixei eles mexerem. Segundo, que na hora que eu pedi pra medir, não sei, que eles já mexiam com o multímetro, alguns, né, que só tinha um, então um ou dois tiveram acesso. Ah, eu não sei, nem todos participaram, ficou uma coisa meio...” (AP)

Nesses relatos, o professor considera o seu próprio conforto e desempenho para avaliar a aula, embora, como CS percebeu, ele às vezes confunda os seus sentimentos como se fossem os dos alunos. RO achou uma aula péssima e depois descobriu, a partir de uma apreciação que pediu dos alunos ao fim do ano, que eles gostaram da aula e aprenderam o conteúdo. A partir daí se deduz que a sua avaliação de ‘péssima’ baseou-se em sentimentos dela somente. No último trecho de AP, a professora não relata que *os alunos* não gostaram da atividade porque não puderam mexer no aparato experimental. Foi ela, a professora, que não gostou e que queria ter planejado a aula de outra forma.

15. A que o professor atribui o sucesso ou fracasso dos alunos?

Esses dados foram em sua maioria coletados a partir de comentários dos professores em seguida a uma avaliação que fizeram dos alunos. Os resultados a que o professor em geral se refere tratam de uma seqüência completa, ao fim da qual ele elaborou uma prova ou outra atividade avaliativa e observou os resultados em termos da aprendizagem dos seus alunos. Em algumas situações, o professor usou esses resultados para fazer uma auto-avaliação do seu planejamento e/ou de sua interação com os alunos; em outros episódios, o professor atribuiu causas primordialmente a fatores externos, como desinteresse ou ausências dos alunos, falta de apoio da escola, grande número de dias sem aulas, etc.

a) Ao planejamento da seqüência de conteúdo

“Tava tudo muito bem planejado. Acho que isso é importante. Eu sabia o que eu queria fazer com eles...” (CS)

“Eu fiz a avaliação e a única coisa que ficou mesmo foi que eles aprenderam a montar o circuito.. Vou ter que retomar, porque eu achei que a explicação (...) deixou a desejar. Eu precisava planejar as coisas de forma diferente, foi pouco tempo...” (MH)

“Eu acho que a preparação anterior foi importante, sabe por quê? Porque senão eles iam pegar o material e não iam nem saber o que fazer.” (MH)

“Essa questão da corrente elétrica é muito importante. Então se eu tenho uma idéia da corrente, da fonte e do material condutor, isso é muito importante, entendeu?” (RE)

“Ah, eu não consegui fazer muito bem a atividade sobre a resistência elétrica. Não estava muito claro para mim o que eu queria.” (RE)

“Quando fui dar resistência nessa sala, eu acho que eu não clareei muito o que era resist/ Eu achava fácil falar em resistência elétrica, né? Porque eu entendia um pouco o que é a estrutura da matéria, né? Então eu achei que caso existam mais elétrons, menos elétrons, isso vai favorecer a resistência e eu achava que isso pra eles era fácil. Até passei na lousa, escrevi...” (RO)

“Eu pedi para eles desenharem os átomos no fio condutor. (...) Eu não sei o que eu estou fazendo de errado, porque depois que eu ensinei exaustivamente a estrutura cristalina, os alunos continuam errando...” (SU)

Percebemos que as causas primordiais aqui ficam em torno do planejamento, da seqüência de atividades e das estratégias utilizadas. O professor nota que os alunos aprenderam porque o objetivo estava claro e as atividades foram planejadas de acordo. Ou então ele identifica pontos de seu planejamento a serem revistos. RO percebe que a estratégia escolhida para ensinar resistência não funcionou diagnosticou a falha na sua assunção de que o conteúdo seria fácil para os alunos.

b) À interação com os alunos

“Daí a prova foi legal, eles conseguiram muitas notas boas. (...) Eu acho que foi assim, eles participaram bastante, muito mais do que antes. Porque valia nota, toda participação valia nota, e antes não tinha participação na minha aula. Então eu acho que isso é um dos pontos importantes que fez com que a nota dos alunos aumentasse, a participação deles em sala de aula, tudo contava para a nota.” (MO)

“Então isso é um caminho que a gente tem que tentar construir com o aluno. Então eu consegui esse ano fazer essa construção, que foi no 1º semestre.” (RE)

“Porque eu fiz essa atividade, logo... depois teve o problema da chuva lá, e eles tiveram que mudar de escola, foi muito tumultuado. Então eu não sei se eu perdi a discussão e eu achei que talvez eu tivesse que ter deixado mais claro pra eles aqueles pontos que nós tínhamos discutido antes na preparação, entendeu? (...) Eu achei que poderia

ter feito uma discussão melhor, uma síntese boa, né, teria ficado mais claro pra eles.”
(MH)

“Aqueles que estão participando você sabe como eles estão evoluindo, né. Agora se tem aqueles alunos que não participam em nada ou participam pouco, é muito difícil. Eu percebi isso porque no final de umas matérias que eu tava vendo, eu dava umas avaliações e eu percebia que algumas pessoas continuavam a zero totalmente, com umas idéias malucas.” (PA)

Nesses trechos, os professores frisam a interação dos e com os alunos como fator primordial na avaliação das atividades. A prof^a RE reconhece no diálogo estabelecido o sucesso da construção do conceito. MO consegue garantir boa interação com os alunos através de medida disciplinar, gratificando a participação com notas, e avaliou que essa participação resultou maior aprendizado. No terceiro exemplo, MH fez uma discussão sobre o assunto e achou que a falha foi nessa hora – o seu planejamento contou com as atividades necessárias, mas que não foram bem aplicadas. É notável que ela não deixa de mencionar causas externas, no entanto se concentra no que ela poderia ter feito.

c) A causas externas (alunos, escola, etc.)

“Agora veja bem, a falha foi que, a falha... Eu não sei, que depois houve todos aqueles feriados e tudo o mais, a gente se perdeu um pouco. Porque veja bem, não ficou bem claro aquela questão de que a corrente se divide...” (MH)

“Olha, eu acho que não deu certo, o principal culpado não fui eu. Eu acho que foram eles [os alunos]. Porque precisa ter um fechamento da aula assim.” (MO)

“Eu esperava que essa aula da síntese sobre corrente elétrica iria ser a resposta de todas as dúvidas deles. Que eles iam ficar apreensivos esperando as respostas, mas não foi isso o que aconteceu. Aí de tanto que eu pedi o silêncio, né que eles ficassem quietos, que isso era uma participação, né, o silêncio, era uma participação. Então como eu não tinha conseguido, deixei a sala, pedi que eles voltassem para a sala de aula, (...) Eu achei que foi muito falta de interesse da parte deles, eu acho muita falta de respeito isso” (MO)

“Os alunos não se acham capazes de nada, têm muita baixa auto-estima. Daí vêm e agridem a gente, porque não querem estudar.” (CS)

“Fiquei pensando em fazer um planejamento menos profundo, porque a gente demora muito para aprender e essa sociedade de hoje não quer saber como funcionam as coisas.” (RO)

“Falei sobre poucos assuntos nas aulas. Os alunos saem muito para visitas, playcenter, teatro e tal...” (RO)

Conseguimos reconhecer nesses exemplos uma ênfase maior nos fatores externos como determinantes dos resultados de aprendizagem. Mesmo no exemplo de CS parece que a atitude dos alunos já é parte da personalidade deles, o que não depende das aulas. Ressaltamos que embora as queixas direcionadas fatores externos que influenciam o trabalho tenham sido freqüentes nas reuniões, os professores não tiveram usualmente a atitude de atribuir o fracasso de seus alunos nas avaliações a essas causas. Por outro lado, em nenhuma ocasião ouvimos sobre fatores externos influenciando positivamente o aprendizado. O ambiente é adverso e os professores fazem um enorme esforço para driblar todos os obstáculos do sistema e conseguirem ensinar.

Meta-Avaliação – Tomada de Consciência

As categorias 16 e 17 representam uma avaliação da própria atuação num nível superior de consciência, o que corresponderia a uma meta-avaliação onde o professor, após refletir sobre o seu trabalho, procura compreendê-lo, explicá-lo.

Quando o professor tem consciência sobre as estratégias, habilidades e atitudes utilizadas e seu resultado concreto conseguido em sala de aula, em relação ao esperado de acordo com o planejamento, ele se torna capaz de se apropriar daquela ferramenta para usos posteriores.

Nessa dimensão, trazemos informações de como o professor avalia seu desempenho e seu domínio de conteúdo conceitual. Quando o professor percebe sua falta de domínio na etapa do planejamento, ele tem a opção de desistir da atividade ou de estudar para depois aplicá-la. O professor também pode se dar conta da falha ao relatar no

grupo de estudos a atividade realizada, e só então perceber as causas das dificuldades que teve com os alunos ou do fracasso da atividade.

A percepção de falta de domínio de um conteúdo durante a aula está conectada ao envolvimento do professor na atividade e, como corolário, à sua capacidade de improvisar diante das novidades. Se o professor acompanha o que o aluno está fazendo, ele corre o risco de ter que lidar com fenômenos que surgem de maneira inesperada e perguntas que fogem ao conteúdo pré-preparado e estudado. Conduzir essas situações requer ‘jogo de cintura’ e preparo conceitual, tanto quanto afetivo, do professor.

Veremos que a avaliação de desempenho do professor para suas aulas (questão 17) pode se dar fundamentada em atributos da profissão (como o comunicar, o ensinar), em estratégias para manter o diálogo com o aluno ou focando a construção do conhecimento e a clareza dos objetivos.

16. Quando o professor percebe que não domina o conteúdo / não sabe?

a) Durante a aula

“Então eles falaram que o brilho da lâmpada seria maior se estivesse mais perto da pilha.

Nem eu sabia se estava certo ou não isso aqui (risos). Eu achei... eu fiquei assim, né, mas como eu perguntei, né...” (MH)

“Depois teve um grupo (...) que falou que realmente a lâmpada 1 brilhava mais que a 2.

Mas acontece que não ficou muito bem... na verdade eu deixei escapar isso aí (...) eu podia ter visto isso na medida também, né?... Agora pra mim isso ia depender da lâmpada, porque é difícil ter duas lâmpadas iguais.” (MH)

“Então aí um aluno perguntou, ‘mas como será que a lâmpada é por dentro?’, e eu achei tão engraçada essa pergunta, porque eu também pensei, ‘nossa, é mesmo, né?’” (SZ)

“Aí eu comecei a pensar, fiquei embananada e eu não consegui clarear para mim... É interessante isso aí, né, eu percebi que eu podia ter trabalhado de uma maneira diferente e... olha, eu me compliquei.” (RE)

“E eu fico pensando, tá certo ou tá errado o que ele tá falando? Só que eu tenho dúvida do que eles falam, né, às vezes eles falam de um jeito, que eu falo, tá certo ou tá errado?” (CS)

A prof^a MH percebe, a partir de formulações de hipóteses pelos alunos durante a aula, que não sabe fazer previsão sobre qual lâmpada brilhará mais no circuito. Em seguida ela descreve qual foi seu pensamento para tentar resolver o problema. SZ está numa atividade de circuito simples quando um aluno lhe questiona sobre a lâmpada. Ela se surpreende porque não havia atentado para esse ‘detalhe’ conceitual no planejamento, de modo que não havia estudado essa parte. RE conta sobre uma aula sobre resistores que ela vê que não flui porque aquele conteúdo para ela não estava claro.

b) Quando planeja / antes da aula

“Eu acho que se eu tivesse construído a pilha, a pilha de Daniel e mostrado pra eles lá que... talvez faria um pouco mais de sentido. (...) É que eu fico também com muito medo dessa bendita pilha, de construir. Ai! Ah, porque é assim, quando eu achei que tinha entendido, e quando o ZP explicou, aí a SZ foi explicar e eu falei, meu Deus, não entendi nada! Aí eu fiquei confusa, aí eu fiquei com muito medo de levar essa pilha.” (AP)

“Olha, na verdade, isso aqui [essa parte do planejamento] tá meio confuso mesmo, porque... na verdade eu não estou entendendo... eu não entendo a resistência no que concerne a estrutura da matéria, é isso.” (PA)

“A segunda coisa que deu errado, eu tava com muito medo de levar o circuito em paralelo, porque eu acho muito complicado, medir em paralelo. Depois de tudo o que a gente estudou aqui, fez, eu senti mais segurança, mas na época eu tinha muito medo.” (AP)

AP prefere não dar a aula quando não está segura quanto ao conteúdo. Nesse relato, ela faz uma avaliação de que seus alunos não entenderam bem o conceito de corrente elétrica porque faltou um trabalho maior com o gerador de corrente (a pilha). Mas como ela se sentiu insegura, ela não incluiu esse tópico no seu planejamento. A fala de PA também é a respeito do planejamento, e não de uma atividade que levou aos alunos. Ela

quer trabalhar o conteúdo de resistência e comenta que ainda não o fez por falta de domínio. No último trecho, AP levou o circuito em paralelo para os alunos na forma de demonstração. Gostaria de ter realizado atividade experimental, mas por falta de preparo mudou a estratégia. Relata sua frustração porque queria que os alunos tivessem interagido mais com o material.

c) Não percebe ou percebe *a posteriori*

[*Após uma atividade com o potenciômetro*] “Aí eu defini a lei de Ohm. Eu não gostei também [da atividade]. Eu queria que tivesse um pouco mais de sentido e achei que aquilo não ficou com muito sentido.” (AP)

“SU - Então, sabe, eu acho que o aluno não está acostumado com essas aulas de confronto, né, em que a gente mostra algo que confronta com o que ele está falando.

ZP – Acho que você não mexeu com esse conflito no aluno. Você não trabalhou o conteúdo com eles (...)

SU – É, (...) na verdade eu não sei mesmo explorar direito, porque o assunto não estava claro para mim. Eu fiquei num desânimo só, porque eu não estou sabendo fazer isso direito.”

“Jogaram fora tudo. Assim, toda aquela solução lá. E não restou nenhuma montagem, eu nem tinha pensado também em deixar uma pilha deles montada para guardar, talvez pela minha falta de experiência, né? Foi novidade pra mim estar trabalhando com uma pilha eletrolítica, nunca trabalhei, né, então pra mim foi uma novidade, então eu deveria ter feito isso, ter guardado, né?” (MO)

“Eu acho que eu falhei nessas horas, agora analisando melhor, eu acho que mesmo quando uma coisa não dá certo, né... porque a pilha não deu certo, mas depois na outra aula eu levei sulfato de zinco e sulfato de cobre daqui e deu certo, a lâmpada acendeu. Ficou mais assim no fenômeno do que na explicação, eu acho que poderia ter feito isso, né, por que que não deu certo antes e por que deu certo agora?” (MH)

“Eu levei os circuitos e não funcionou, nada deu certo, foi um horror. E eles ficaram, assim, né.. daí eu, porque eu vi que realmente eu não fui preparada para essa aula.” (RO)

Ao passar do potenciômetro para a lei de Ohm, AP provoca uma ruptura na seqüência e depois reflete que não ficou com muito sentido – porque ela mesma ainda não havia compreendido a lei de Ohm e o potenciômetro muito bem. SU começa um relato de aula responsabilizando os alunos por não entenderem o fluxo de cargas elétricas através do condutor. Depois, com ajuda, conclui que o assunto não estava claro para ela também. RO deu a aula e depois fez uma reflexão de que não fora preparada. Ela percebeu a dificuldade, embora não tenha tido habilidade e segurança reagir durante a aula.

17. O professor avalia seu desempenho a partir de que elementos?

a) Atributos pessoais da profissão (comunicar, ensinar)

“Isso eu achei que foi uma falha dessas aulas de sábado. Como o grupo é pequeno, eu falo muito. Eu falo assim... eu explico as coisas falando. E não sei se fica, se eles guardam alguma coisa. Aí depois eu faço umas folhas e entrego pra eles, mas não é aquela aula expositiva...” (CS)

“É isso o que falta na minha aula, sabe, é essa criatividade de como começar a explicar, né.” (RO)

“É engraçado, né, agora que eu tô percebendo, que quando eu fico frustrada, eu acho que eles ficaram também.” (CS)

“E talvez, Anne, eu coloque muito espetáculo para o aluno e a coisa não é tão... né... e eu não sei se eu fecho direito, você sabe que eu não sei? Eu não sei se eu fecho bem as coisas, e eu não sei se eu ligo bem uma coisa com a outra, sabe assim como capítulo de novela?” (SU)

“Então, mas eu acho que eu fui muito rápida, então eu acho que eu perdi um bom momento pra ter uma discussão melhor. Sabe? Eu acho que o aluno poderia olhar mais, escrever mais sobre aquilo, né?” (SU)

“Eu coloquei a discussão e depois ela não foi concluída. Agora falando, eu achei que foi falho.” (MH)

“Agora o que aconteceu depois é que essas coisas não foram discutidas, eu acho. Acho que foi bem aí. Porque por exemplo, quando eu consegui depois fazer a pilha, que eles conseguiram acender a lâmpada, eu devia ter discutido com eles, então a gente

tava fazendo assim, não deu certo, agora por que que deu certo, né? Eu acho que eu falhei nessas horas, agora analisando melhor,...” (MH)

“Quando preparei a aula expositiva, (...) o aluno já pensou (...), então a aula é significativa pra ele. Só que ainda não sei fazer isso com todas as aulas.” (RE)

O relato da prof^a CS traz atributos pessoais que aparecem conjuntos a uma preocupação com a intervenção, conforme ela procura corrigir o percurso, com a entrega de textos escritos aos alunos. Já RO reconhece os atributos pessoais, mas não vê possibilidades de intervenção relacionadas. RE percebe uma estratégia que deu certo não pela estratégia em si, mas pela sua forma de condução das aulas que desembocou em uma atividade que foi significativa e, em seguida, declara procurar qual foi essa forma para poder repeti-la com “todas as aulas”.

b) Estratégias adequadas para manter o diálogo com o aluno

“Então eu achei assim, quando a gente coloca um desafio, também, fica mais interessante, né, porque quando chegam ali, eles querem ver como vai ficar.” (SZ)

“Tem uns alunos que fazem escola técnica e se sentem humilhados quando não sabem o conteúdo, quando devem expor pré-concepções...” (PA)

“Antes as minhas aulas eram só de eletrostática. Não tinha experimento. Eram aulas expositivas, exercícios, atividades. Então agora eu faço experimentos, através dos experimentos nós entendemos melhor a teoria. E também, não existia momento de diálogo com os alunos.” (MO)

“[Citando fala de aluno] ‘pois consegui, er... assimilar melhor esse *fragmento* da matéria’. Foi uma falha, na verdade, né? Mas pra mim foi muito significativa essa fala aqui.” (RO)

Nesses relatos, as ponderações quanto às estratégias usadas são predominantes: colocar desafios, trabalhar com pré-concepções, fazer experimentos e conectar as atividades. A escolha das estratégias, de acordo com esses depoimentos, conecta-se mais intimamente com a manutenção do diálogo com o aluno do que com características do conteúdo a ensinar.

c) Foco na construção do conhecimento e na clareza dos objetivos

“Só que tem também o conteúdo dos circuitos em série e paralelo [além do experimento da pilha de Daniel]. Então, a questão é que eu não sei escolher porque eu não sei exatamente onde quero chegar. Então eu não sei escolher.” (RE)

“Quando preparei a aula expositiva, percebi que trabalhamos muito com as idéias dos alunos antes de fechar o assunto, então as coisas expostas na aula expositiva o aluno já pensou sobre elas, então a aula é significativa pra ele.” (RE)

“Mas você sabe por que que eu não faço bem? Porque nem sempre eu preparo convenientemente. Porque você precisa preparar o gancho pra continuar. E eu não preparo às vezes isso bem.” (SU)

“Mas eu já ia mais prevenida, falaria, olha, pode não acender.” (PA)

Nestas falas o professor leva em conta a atenção ao processo de construção e aos objetivos que se quer alcançar. SU fala da unidade entre as atividades do planejamento (como RO, na alternativa anterior), mas sua concentração está no uso desse “gancho” para a construção de significados (enquanto RO percebeu a falha no diálogo). O depoimento de PA se refere a estabelecer objetivos diferentes para a atividade da montagem da pilha de Daniell; ela reflete que o objetivo que havia proposto, de ‘acender a lâmpada’, não se revelou adequado em termos da aprendizagem.

A página a seguir traz o sumário das dimensões e categorias analisadas.

O professor e as estratégias

1. Como o professor motiva a abertura de um tema?
 - a) questão para resolver / desafio.
 - b) atividade interessante.
 - c) pressão por rendimento.
2. Como o professor opera as concepções alternativas?
 - a) Usa-as para o desenvolvimento do conhecimento científico.
 - b) Com intenção de conectá-las à seqüência de atividades.
 - c) Não chega a incluí-las na seqüência.
3. Como o professor conduz o desenvolvimento de uma atividade?
 - a) Clareza dos objetivos da atividade e abre espaço para manifestações dos alunos.
 - b) Clareza do objetivo da atividade mas não abre espaço para manifestações dos alunos.
 - c) Não tem consciência sobre os objetivos específicos da atividade.
4. Como o professor faz o fechamento de um tema ou atividade?
 - a) Relaciona o conhecimento científico com o que o aluno construiu.
 - b) Não faz fechamento explicitamente.
 - c) Faz fechamento com ruptura entre o conhecimento construído e o científico.
5. Que estrutura segue a seqüência aplicada pelo professor?
 - a) Conteúdo com origem em uma situação problema.
 - b) Lógica do conteúdo científico estabelecido.
 - c) Seqüência randômica ou sugerida por um índice.

O professor e as habilidades

6. Como o professor dá unidade às várias atividades que pertencem a um mesmo tema ou objetivo?
 - a) Consegue, na sala de aula, dar unidade à seqüência.
 - b) Não consegue concretizar na sala de aula a unidade da seqüência.
 - c) Professor não tem essa preocupação presente na sala de aula.
7. Como o professor opera conceito vs. formalização matemática nas aulas?
 - a) Equilíbrio e complementaridade.
 - b) Negligencia a matemática em favor do conceito (deliberadamente ou sem consciência)
 - c) Separadamente, sem conexão.
8. Como o professor opera o planejamento conforme a prática?
 - a) Encaixes em relação com *feedback* e mantendo o objetivo final.
 - b) Encaixes sem relação com *feedback*.
 - c) Encaixes irrelevantes para planejamento.
9. Como o professor consegue gerenciar o trabalho em sala de aula?
 - a) Mantém disciplina, mas permite situações de “caos” que julga construtivas.
 - b) “Rédeas curtas”, alunos têm pouca liberdade.
 - c) Perde o controle da turma ou permissivo em excesso.

O professor e as atitudes

10. Como o professor participa da construção do conhecimento durante uma atividade proposta?
 - a) Compartilha com alunos a construção do conhecimento.
 - b) Acompanha de fora a construção do conhecimento pelo aluno.
 - c) Focaliza as atividades e o conteúdo implícito.
11. Qual a reação do professor a uma pergunta do aluno quando ele sabe a resposta a essa pergunta?
 - a) Ajuda a construir a resposta.
 - b) Não dá a resposta e repete a pergunta.
 - c) Dá a resposta.
12. Qual a reação do professor a uma pergunta do aluno quando ele não sabe a resposta a essa pergunta?
 - a) Estuda, junto com o aluno, para descobrir a resposta.
 - b) Estuda e leva a resposta ao aluno.
 - c) Responde com uma resposta sem significado.
13. Como o professor vê o aluno com relação ao conhecimento em construção?
 - a) Como um colaborador para a construção do conhecimento.
 - b) Como um sujeito pouco capaz.
 - c) Como um crítico das atividades e do professor.

A avaliação que o professor faz do seu trabalho

14. Em que o professor se baseia para avaliar seu trabalho na sala de aula?

Indícios provindos da manifestação dos alunos durante a aula

- a) Na participação dos alunos aliada aos resultados de aprendizagem.
- b) Na motivação e participação dos alunos.

Sentimentos seus e reflexão sobre o seu desempenho

- c) Em seu conforto e satisfação com seu desempenho.

15. A que o professor atribui o sucesso ou fracasso dos alunos?
 - a) Ao planejamento da seqüência.
 - b) À interação com os alunos.
 - c) A causas externas (alunos, escola, etc.)

Meta-avaliação – tomada de consciência

16. Quando o professor percebe que não domina o conteúdo?
 - a) Durante a aula.
 - b) Quando planeja / antes da aula.
 - c) Não percebe ou percebe *a posteriori*.
17. O professor avalia seu desempenho a partir de que elementos?
 - a) Atributos pessoais da profissão (comunicar, ensinar)
 - b) Estratégias adequadas para manter o diálogo com o aluno.
 - c) Foco na construção do conhecimento e na clareza dos objetivos.

INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS: *UM REFERENCIAL CONSTRUTIVISTA*

A nossa pesquisa procurou construir um instrumento para avaliar a atuação do professor, e esse instrumento se baseou no que consideramos concepções construtivistas do trabalho pedagógico. Isso nos motivou também a traçar um perfil dos professores, de forma a buscar uma organização e classificação de suas performances, com vistas a compreender melhor o que seria um professor construtivista.

Para que a elaboração de um perfil seja possível, precisaremos de um embasamento que nos indique sobre a gradação das alternativas (sub-categorias) de cada categoria elaborada – qual dentre os itens seria o “mais construtivista” e qual representaria a posição mais distante dessa opção teórico-metodológica?

A motivação deste capítulo, por decorrência, está em explicitar o sentido das categorias que definimos no instrumento elaborado, dentro das concepções construtivistas principais.

A pedra angular de teoria construtivista é a idéia de que o conhecimento é fruto de construções ou elaborações da mente humana, em oposição a descrições objetivas ou cópias da realidade concreta (Piaget, 1997, Bachelard, 1996, Vigotsky, 2000). As informações provenientes do meio físico não possuem significado intrínseco, é o indivíduo quem ativamente as interpreta e lhes atribui significado (Osborne & Wittrock, 1985). Essa construção de significados aos fenômenos é influenciada por fatores como os conhecimentos e vivências anteriores do sujeito, seus interesses e valores (nos quais se incluem fatores históricos e sócio-culturais) e suas potencialidades cognitivas.

Uma decorrência importante dessa visão implica em prever que, mesmo antes de uma criança entrar na escola ou de um estudante começar a aprender determinado conteúdo, eles já possuem vivências que lhes permitiram produzir um quadro interpretativo dos fenômenos de que aquele conteúdo tratará, e portanto já trazem, desde o início do

aprendizado, uma bagagem prévia. “*Quando se apresenta à ciência um espírito nunca é jovem*” (Bachelard, 1996).

Pesquisadores da década de 80 que investigaram essas idéias prévias dos estudantes verificaram que elas são freqüentemente diferentes das idéias científicas (Viennot, 1985, Driver *et al*, 1994), por conseguinte, identificadas como erros dentro do ambiente escolar. O problema desses erros é que eles não são retificados de forma simples (por exemplo, através de um ensino transmissivo que “revela a verdade” para o estudante), pois uma vez construída uma idéia, ela se aloca na estrutura mental relacionando-se a outras concepções que o sujeito possui, de tal forma que pode se tornar consideravelmente resistente à mudança.

Além disso, mesmo dentro da esfera educacional formal, as informações recebidas pelo aluno não são interiorizadas como cópias do que foi falado pelo professor, mas passam por um processo interpretativo de acomodação às estruturas mentais internas do sujeito (De La Taille, 1997).

Em conseqüência, um erro é tomado como uma revelação de uma estrutura de pensamento do indivíduo e as concepções dessa ordem, que interferem com o aprendizado da ciência, são referidas como *obstáculos* conceituais ou epistemológicos. O aprendizado, nesse caso, deve consistir na *mudança* mais fundamental das formas de pensamento e interpretação do mundo. Essa mudança não deve ser interpretada por uma simples substituição de conceitos velhos por novos, podendo consistir na incorporação de elementos à estrutura cognitiva ou na modificação dessa estrutura para acomodar as novidades – *aprender um conceito é modificar uma concepção*.

As concepções a serem modificadas pelo processo de aprendizado são pré-concepções (diversos autores também as chamam concepções prévias, intuitivas, alternativas, espontâneas, etc.³ Usaremos no trabalho alguns desses termos indiferentemente para significar um conhecimento que o sujeito já tem quando entra no processo de estudo). As pré-concepções são resistentes porque, além de seu vínculo com outras concepções da estrutura mental, desde que foram formuladas conseguem dar conta

³ Os significados são ligeiramente diferentes, por exemplo, concepções *alternativas*, significa que são diferentes das veiculadas pela ciência e *espontâneas* são adquiridas fora do sistema escolar. Alguns autores acham que o termo pré-concepções pode adquirir um sentido pejorativo. Não nos interessa particularmente nos aprofundarmos nisso, mas uma análise pormenorizada desses termos está em Mortimer (2000, p. 89).

razoavelmente dos fenômenos cotidianos do mundo empírico. Para que o indivíduo se prontifique a repensá-las, serão necessárias novas condições ou fenômenos que o estimulem ou lhe mostrem a necessidade da mudança.

É interessante notar esse protagonismo do sujeito em seu aprendizado. Piaget (1997) realça que a ação de natureza intelectual supõe sempre um interesse que a desencadeia. Se o conhecimento que está sendo oferecido ao aprendiz lhe traz pertinência e significado, no sentido de lhe dar respostas ou para problemas que possui, isto é, se a novidade se encaixa em uma de suas estruturas mentais de pensamento e interpretação do mundo, ele se interessa e se disponibiliza para aceitá-la. Caso contrário, quando a informação não consegue ser conectada a uma estrutura mental, o aprendiz pode ser capaz de repeti-la, mas não a aprende verdadeiramente.

Vigotsky (2000, p.68) também chama a atenção para a importância de uma motivação interna do sujeito para que ocorra o aprendizado – “a memorização de palavras e a sua associação com objetos não leva, por si só, à formação de conceitos; para que o processo se inicie, deve surgir um problema que só possa ser resolvido pela formação de novos conceitos.”

Diversas metodologias já propostas que atendem a teorias construtivistas reportam algumas características em comum, como a consideração das concepções prévias do aprendiz durante o processo de aprendizagem e a motivação desta por problemas ou situações motivadoras que insiram uma pertinência para o aprendizado – em termos de fenômenos que necessitem do conteúdo a ser aprendido para serem bem explicados.

Por que considerar explicitamente as idéias prévias? Como já foi dito, essas idéias podem ser bastante resistentes e se configurar obstáculos ao aprendizado; o professor deve estar ciente dos obstáculos possíveis, para poder manejá-los adequadamente. Além disso, como se pressupõe que o aprendiz deva ter um papel ativo em seu aprendizado, ele deve se tornar capaz de identificar, em algum momento durante o processo de aprendizado, os pontos de seu sistema de pensamento que são falhos, seja pela existência de lacunas ou de erros conceituais mais básicos. É consenso entre os autores da tradição construtivista aqui citados que o aprendizado da ciência requer uma atividade mental ativa, construtora de significados por parte do aprendiz.

Quando uma nova concepção começa a ser formada, ela é frágil, pois ainda precisa ser ‘testada’ para outras situações do mundo empírico ou, dito de outro modo, aplicada a outras interpretações de fenômenos de forma a se inserir melhor na estrutura mental do sujeito. Por isso, o aluno, logo que entra em contato com um novo conceito, não passa imediatamente por uma mudança conceitual completa, e, ao invés, permanece com o conceito antigo e usa o novo para aquele contexto em que aprendeu.

Nessa linha, Piaget (1997) também prevê que o processo de aprendizado de um conceito possa ser longo, pois requer etapas sucessivas de construção e reconstrução dos significados, o que envolve ajustes das estruturas já construídas (acomodações e assimilações aos esquemas cognitivos), e as possibilidades de ajuste se ampliam de modo gradativo, especialmente em se tratando de conteúdos complexos.

O que auxilia o aprendizado, nesse sentido, é possibilitar a análise de uma variedade de fenômenos em que a nova concepção é aplicada, de sorte a estabelecer um maior número de conexões com o mundo empírico, e também para que cada uma dessas conexões leve um maior aprofundamento e aumente a abrangência do conceito.

Na sala de aula, nas primeiras aproximações ao fenômeno que os professores apresentam para ensinar, o estudante tem acesso a algumas poucas experiências ou situações em que o conceito é aplicado (no caso, o conceito de corrente elétrica foi inicialmente estudado para um circuito simples pilha-lâmpada). As explicações do professor, tendo em conta as potencialidades pontuais dos seus alunos, também são limitadas.

O uso de um conceito recém aprendido para situações diferentes não é autônomo a princípio. Podemos relacionar esse fato a um estágio do aprendizado em que o aprendiz é capaz de fazer algo em cooperação, mas que não resolve sozinho; daí a competência do professor é essencial. O que Vigotsky (2000) denominou Zona de Desenvolvimento Proximal tem sua potencialidade de ocorrer dependente dos atores da interação.

Vigotsky (2000) também ressalta uma nova compreensão que se deve ter da *imitação* no aprendizado. Longe de ser um processo mecânico que qualquer um pode fazer, a imitação envolve um intenso uso das capacidades que o aprendiz já possui e uma atividade mental de interpretação e significação das ações que estão sendo realizadas. Dessa forma, a imitação funciona como um processo de pré-criação assessorada (de novo o

papel importante do professor), em que determinados procedimentos devem ser aprendidos para que o indivíduo tenha autonomia para uma criação independente.

Dificuldades que os alunos comumente têm, como usar o mesmo conceito em uma situação nova, e também a respeito de procedimentos tipicamente científicos, como elaboração de hipóteses, investigação, busca do modelo mais adequado, etc. podem ser trabalhadas na forma de uma ação assessorada pelo professor até que os alunos atinjam maior destreza.

Falamos anteriormente que as concepções alternativas podem ser desenvolvidas a partir de situações cotidianas ou dentro do próprio ambiente de educação formal da escola. Bastos *et al* (2004) chamaram esse fenômeno de distorção.

Dado o processo de decodificação, interpretação e acomodação da informação que é recebida pelo aprendiz, a distorção é inevitável e, justamente em vista disso, fala-se das “sucessivas reconstruções” do conhecimento que o aprendiz deve operar. Por isso, o professor “deve estar atento não apenas às idéias que os alunos possuem antes, mas também ao longo do processo de ensino” (Bastos *et al, ibid*, p.45). Ou seja, não basta o professor ouvir o que o aluno concebe sobre um fenômeno somente em uma fase inicial e diagnóstica do ensino de um conteúdo. O diálogo deve ser constante e o professor precisa estar atento aos *feedbacks* intermediários das novas hipóteses levantadas pelos alunos e suas compreensões da ciência em estudo e, na medida do possível (quando se consegue criar um ambiente de confiança mútua), também suas dúvidas e confusões.

Uma sala de aula em trabalho construtivista, por conseguinte, terá uma organização disciplinar diferente de uma aula transmissiva “tradicional”. O desejável não é mais o silêncio absoluto dos alunos (embora seja igualmente ineficaz o movimento ilimitado, como nas aulas escolanovistas). O professor quer acompanhar a construção de significado pelos alunos e monitorar esse processo, e isso naturalmente implica maior concessão de liberdade. As próprias atividades geralmente escolhidas por metodologias de orientação construtivista contêm densidade maior de momentos não centrados no professor (como experimentos, debates e trabalhos em grupos) e quantidade também grande de instantes que, embora orquestrados pelo professor, requerem grande interatividade dos alunos (como explicações em que o professor pede ajuda aos alunos para interpretações, exemplificações etc.).

O tipo de atividade escolhida, no entanto, não funciona por si só. Assim como a presença de atividades práticas ou experimentais não garante o aprendizado, também aulas com centro no professor (demonstrações, aulas expositivas) não necessariamente o inviabilizam. O ponto central da teoria construtivista, reiteramos, é a atividade mental do sujeito na construção dos significados, o que na escola se traduz pela manutenção do diálogo com os alunos para que se estabeleçam pontes entre o conhecimento do aluno, em construção, e o conhecimento do professor, que é o objetivo do ensino.

Significado construtivista do instrumento de análise

As categorias definidas dentro das questões analíticas pretendem dar conta de ações pedagógicas coerentes com uma visão construtivista.

Nossa primeira dimensão considerada no instrumento de análise dos dados trata das estratégias em sala de aula; a primeira categoria explicita o procedimento planejado pelo professor para a motivação dos alunos na abertura de um tema.

A alternativa em que o professor inicia o assunto procurando ou fornecendo ao aluno uma ‘questão para resolver’ seria uma forma de colher as primeiras idéias a respeito do assunto para encaminhar a aprendizagem com o objetivo planejado. Além desta, nossos dados mostraram outras duas formas de motivação para o estudo de um assunto – através de uma atividade interessante e através de pressão por rendimento.

Consideramos que o professor que procura motivar através de uma atividade interessante e pertinente ao conteúdo estudado pode ter em vista uma outra prioridade – de que seus alunos passem a *gostar mais* das aulas de física. Não negamos a validade dessa preocupação, pois é conhecida a reputação dessa disciplina como chata, difícil e incompreensível. Ainda defendendo a estratégia, poderíamos dizer que quando o professor se propõe levar atividades interessantes para os alunos, dentro do conteúdo de física em questão, elas também podem funcionar como um fator desencadeador de uma necessidade interna pelo aprendizado, na medida em que estruturas prévias de conhecimento precisam ser reorganizadas.

Contudo, a diferença final entre motivar com um desafio e motivar com uma atividade é que no primeiro procedimento o professor estará explicitamente chamando os alunos para olharem um fenômeno com intuito de buscar uma explicação. Da outra maneira, ele corre o risco de permanecer no estágio ‘pitoresco’ do experimento.

No terceiro item da categoria, a ‘motivação’ para o aprendizado vem de pressões que tiram vantagem do sistema escolar – o aluno precisa participar e aprender porque precisa de notas para passar de ano. Este é obviamente o recurso mais distante de uma ação construtivista, pois, sem desprezar sua ocasional utilidade, não se relaciona com o conteúdo da física e muito menos com o conhecimento prévio do aprendiz.

Nota-se que nesse item constam dados referentes a somente um professor (MO). Embora pareça estranha a escassez de dados para essa opção, lembramos que se trata de professores de escolas públicas, em um período em que a Secretaria Estadual de Educação instaurou a “aprovação automática”⁴, segundo jargão dos professores. Como a medida está em funcionamento há alguns anos na escola pública, tanto alunos como professores já sabem que pressões por rendimento não costumam dar muito resultado. Outra hipótese seria de que os professores poderiam não reportar esses procedimentos ao grupo por não serem previstos em seus planejamentos; em contraste com a prof^a MO, que conscientemente previu essa estratégia para diminuir as numerosas ausências dos alunos nas suas aulas.

A segunda categoria analisa como o professor opera as concepções alternativas. Há um item em que o professor age somente como pesquisador de seus alunos – faz testes diagnósticos para saber como os alunos pensam, mas depois segue uma seqüência pré-planejada que não usa essas informações coletadas, ou então as usa para dizer aos alunos que eles ‘estão errados’ e para em seguida ‘definir o que está certo’. Nesse procedimento, o professor ainda concebe o erro do aluno como banal e facilmente corrigível e não percebe que há uma estrutura mental que embasa esse erro. O fato de querer corrigi-lo ‘falando a resposta’ ou ‘passando a definição’ também revela que ele entende que o conhecimento é transmissível de forma direta e o conhecimento prévio simplesmente desaparece.

⁴ Trata-se de um conjunto de medidas que, embora não aprove automaticamente todo aluno matriculado, torna difícil que a reprovação aconteça, pune as escolas que têm altos índices de reprovação, retribui com bônus os professores que aprovam grande porcentagem de alunos e dá inúmeras chances extras ao aluno que não consegue frequência ou desempenho suficientes para a aprovação.

No entanto, notamos que usar o que o aluno pensa durante as atividades não é tarefa fácil para o professor, pois do nosso grupo estudado, vimos que mesmo os professores que compreendiam essa intenção das atividades diagnósticas tiveram dificuldades em saber o que fazer, nas etapas ulteriores, com as concepções que o aluno exprimiu. Em nossos dados, os professores encaixados nesse item (b) da categoria sabiam que não deveriam tratar um erro dando “A Resposta”, mas ao mesmo tempo sabiam que no final do processo os alunos teriam que ter essa resposta, e se davam conta de que não estavam sabendo traçar o caminho: “*O que eu faço depois que ele falou a pré-concepção?*” (profª MH).

As categorias seguintes dessa dimensão (categorias 3 e 4 principalmente) referem-se à condução das aulas até um objetivo final identificado nos itens do planejamento.

No item (a) dessas categorias trouxemos dados que nos indicam que o professor conseguiu de alguma forma operar com as concepções do aluno durante o processo de ensino, planejando atividades que tocaram no ponto onde foi detectada a confusão/lacuna de conhecimento, ou que geraram conflito cognitivo, ou permitindo conversas entre alunos em que as diferentes idéias sobre o fenômeno fossem discutidas.

A segunda dimensão trata das habilidades do professor em desenvolver o conteúdo relacionado no seu planejamento e em gerenciar a sala de aula.

A questão 8, por exemplo, versa sobre a forma de o professor operar o planejamento no decorrer da prática na sala de aula. Os dados da alternativa (a) mostram professores que fizeram encaixes em seus planejamentos, de maneira a manter o objetivo final do tema, mas ao mesmo tempo dando atenção às concepções dos alunos percebidas no decorrer das atividades, e também às dificuldades, dúvidas, lacunas conceituais e interesses pertinentes que apareceram. Do ponto de vista do construtivismo, o professor deveria manter constantemente o diálogo, no sentido de acompanhar a construção do conhecimento pelo aluno, não apenas para identificar obstáculos mas também para aproveitar as motivações de aprendizado que aparecem espontaneamente conforme os alunos imergem na análise de um fenômeno.

Já comentamos anteriormente que essa flexibilidade com o planejamento dependeria, além da competência do professor, também da sua personalidade, pois

coletamos relatos em que o professor atestava não gostar de modificar seu planejamento, uma vez que o avaliava bem estruturado em uma seqüência que conduziria ao seu objetivo final, ou então porque poderia se perder da meta ao tentar operar mudanças. Adicionamos agora outros dois fatores (dentre vários) que podem influenciar nessa habilidade: o preparo conceitual e o repertório de atividades de que dispõe o professor.

A preparação do professor no campo conceitual da física o ajuda a identificar as barreiras para o conhecimento. Se ele conhece bem o conteúdo que está ensinando e sabe qual a epistemologia necessária para compreendê-lo e quais os obstáculos usuais, mais provavelmente será capaz de reconhecê-los nas falas dos alunos. Além disso, o conhecimento aprofundado do conteúdo o ajuda a não perder de vista o objetivo, quando consegue conectar uma digressão necessária com o caminho que estava percorrendo. Uma vez identificado o ponto de dificuldade dos alunos, um segundo passo é escolher que atividade incluir para trabalhá-lo e, para tal, é útil ter um repertório de atividades disponíveis que possam ser encaixadas na seqüência, na medida das necessidades.

O curso do qual os professores de nossa amostra participam proporcionou uma grande quantidade de opções em termos de atividades que o professor pode levar a seus alunos, mas cabe sempre a ele decidir que atividades levar; assim como a responsabilidade pela escolha dos objetivos ao levá-las também é dele. Na alternativa (b) dessa questão figuram dados em que professores se empolgam com atividades intrinsecamente interessantes e as levam sem se preocupar em manter o diálogo com o aluno e entre este e o conteúdo, ou que naquele momento não proporcionam uma resposta às necessidades surgidas.

Nas terceira alternativa, os encaixes operados não tiveram como critério nem as necessidades dos alunos, nem a pertinência ao conteúdo científico trabalhado e neles podemos reconhecer que houve uma ruptura do diálogo, e o professor cessou de acompanhar a construção de significado pelo aluno. Esta seria a condição mais distante de uma postura construtivista.

Já a terceira dimensão dá conta das atitudes do professor à medida que se desenvolve o ensino e a aprendizagem na sala de aula, onde ele deve se relacionar com o aprendizado e seu conhecimento.

A questão 11 versa sobre a ação do professor a partir de uma pergunta do aluno, no caso de o professor saber a resposta a essa pergunta. O construtivismo adverte para o fato de o aluno possivelmente não compreender ou deformar uma resposta direta ao decodificá-la. Conforme os estudos de Piaget (1976), uma informação nova a que o sujeito é exposto pode desencadear três tipos de conduta, identificadas por ele como alfa, beta e gama. Na conduta denominada alfa, a novidade é tão distante das estruturas cognitivas do sujeito, que ele a rechaça ou deturpa, de modo que não ocorre aprendizado. Essa deturpação pode mesmo ficar mascarada pelo fato de o aprendiz conseguir repetir a informação recebida.

Na conduta beta, o sujeito relaciona o elemento novo a uma estrutura conceitual, porém com pontos de desencaixe – o que o leva a uma desequilibração na estrutura e à chance de atualização dos esquemas cognitivos. Na terceira conduta, gama, não há aprendizado porque a informação não é novidade, pois apresenta grande intersecção com o conhecimento anterior que ele possui.

Ou seja, a resposta dada pelo professor a uma pergunta não garante a apropriação adequada da resposta pelo aluno. Quando decide dar a resposta, portanto, o professor precisa procurar evidências mais concretas de que o aluno lhe conferirá o significado correto.

Uma pergunta complexa também pode ser utilizada para gerar motivação para o estudo de um conteúdo. Se a questão-desafio surge do próprio aluno, o que garantiria que ela é consequência de algum conhecimento já em construção, todo o esforço do professor para elaborar uma motivação para o aluno, na abertura de um tema, pode diminuir sensivelmente.

Nossos dados mostraram que existe uma forma de ação em que o professor se abstém de dar uma resposta imediata ao aluno, procurando um tipo de intervenção que tenha a propriedade de fornecer-lhe a resposta; e mostraram também situações em que o professor, entendendo que não deveria dar a resposta, mas, sem saber o que fazer para que o aluno a construísse, resignou-se a repetir a pergunta para o aluno ou a pedir-lhe que pensasse e encontrasse a resposta sozinho. É interessante ressaltar que os professores que agiram dessa forma se incomodaram com suas reações; várias vezes foram trazidas ao grupo de estudos inquietações dessa ordem.

Uma terceira possibilidade que colocamos é aquela em que o professor responde diretamente à pergunta do aluno, sem maiores aflições. O fato de termos conseguido poucos relatos nesse item não quer dizer que os professores da nossa amostra raramente tenham reagido com respostas imediatas a uma questão do aluno; pode ser igualmente possível que não tenham escolhido relatar essas situações nas reuniões, porque não lhes foram significativas.

A atitude de responder de forma rápida a uma pergunta, ou a inabilidade para operar alguma modificação no planejamento a partir da palavra do educando, pode ter origem na predisposição do professor a considerar as contribuições do aluno como irrelevantes ou necessárias para o processo de ensino e aprendizagem. Na categoria 13, procuramos inferir, a partir de ações relatadas dos professores com seus alunos, a sua tendência inicial para valorizar a colaboração do aluno na construção do conhecimento.

Na primeira alternativa dessa questão, observamos que várias manifestações de diversas ordens, vindas do aluno, são relatadas pelo professor, que as recebe com interesse e abertura. As perguntas que os alunos trazem dão origem a investigações ou abrem novos tópicos de estudo, as sugestões são levadas em consideração e as iniciativas são bem vindas. A pré-disposição do professor para com seu aluno corresponde ao fato de que ele está interessado em aprender.

Na alternativa (b), o aluno também se interessa pelo aprendizado e se envolve nas atividades, mas suas iniciativas são pouco acolhidas pelo professor porque o aluno não é capaz de dar contribuições relevantes. Percebemos que os professores que se encaixam melhor nessa alternativa trazem significativamente menos relatos em que o aluno inicia ou protagoniza uma interação, em relação aos professores do item superior.

Na alternativa (c), em que o professor vê os alunos como críticos, eles não estão envolvidos com o conhecimento – são rebeldes, desinteressados em aprender e suas iniciativas atrapalham.

Analisando o instrumento como um todo, podemos perceber que as categorias 3, 5, 6, 9 e 10 referem-se mais especificamente às atividades planejadas e à condução da aprendizagem no ambiente da sala de aula.

A categoria 3 nos fornece informações de que o professor, mantendo em vista um objetivo para as atividades, procura abrir espaço para manifestações dos alunos durante sua realização. Um planejamento que pretende coletar informações dos alunos ao longo de uma atividade nos indica que o professor tem intenção de se balizar por essas informações. Como já dissemos, em uma aula entendida como construtivista é imprescindível o professor manter o diálogo, tanto para conseguir identificar ‘problemas de percurso’ (concepções alternativas que surgem do ensino), como também para ajudar seus alunos nas transferências de conhecimento, nas elaborações de descrições e nos argumentos acompanhando a concepção em construção.

Alguns tipos de atividades têm mais potencial que outros para estabelecer o vínculo com o aprendiz. Contudo, nossos dados mostraram que, além da disponibilidade do professor em atentar constantemente para os saberes proferidos pelos alunos, há estratégias de planejamento de condução de uma atividade que abrem maior possibilidade para suas manifestações. Por exemplo, um dos professores da nossa amostra planeja suas atividades iniciais com objetivos mais frouxos, como de “os alunos terem contato com” algum fenômeno ou conhecimento; a partir disso estreita suas metas para atividades mais específicas.

Uma atividade pode trabalhar diversos pequenos objetivos dentro do conteúdo maior da seqüência, mas se o professor determina passos rígidos, o que os alunos venham a falar não cabe. A prof^a SZ percebeu que ‘roteiros prontos e rígidos’ traziam essa limitação.

Por outro lado, deixar a atividade sem objetivos, ou levá-la para os alunos sem clareza sobre o conteúdo que se quer trabalhar pode resultar em um truncamento maior do diálogo e pouca garantia de chegada a algum lugar. Campanayo & Moya (1999, p. 181) sublinham que “existe a crença ingênua entre os professores de ciências de que a mera atividade prática por si mesma pode conseguir efeitos radicais na aprendizagem dos alunos”; de fato, muitas vezes é o que acontece: o professor quer levar uma atividade experimental e se esquece de conectá-la explicitamente ao conteúdo. Foi provavelmente o caso da prof^a AP, ao levar a atividade de circuitos para seus alunos. Ela se esqueceu do planejamento conceitual e assim, possíveis manifestações dos alunos deixaram de se encaixar em um panorama conceitual em construção.

A falta de clareza também pode resultar na escolha da estratégia errada para a atividade, como foi o caso da prof^a RO. Dentro de seu objetivo de ensinar os alunos a mexer no multímetro, sua aula sobre circuitos em paralelo não poderia ter sido de demonstração, pois obviamente, nesse formato de aula, a professora monopolizaria o instrumento. Além disso, quando os alunos começaram a fazer perguntas sobre a montagem das lâmpadas em paralelo, a professora não havia previsto a possibilidade de flexibilização dos objetivos da atividade.

Temos duas categorias no instrumento que investigam como o professor pode atender à necessidade de conexão entre as várias atividades previstas, conseguindo relacioná-las como várias aplicações e caminhos de chegada / uso de um conceito. Uma delas trata da intenção planejada do professor de conectar os diversos assuntos estudados com a concepção em formação – quando o professor planeja um tema, “que estrutura segue a seqüência aplicada por ele?” (categoria 5). A outra categoria trata da habilidade do professor em fazer o aluno perceber as conexões internas entre as várias atividades aplicadas (categoria 6).

Na categoria 5, pesquisamos se o professor se propõe, no planejamento, a relacionar as várias atividades previstas com a construção de um significado para o aluno. O professor que organiza o conteúdo em torno de uma situação problema procura definir quais os conceitos principais estarão sendo elaborados naquela seqüência e prevê atividades que preencham lacunas, que trabalhem o conceito sob ângulos diferentes ou que abordem outros elementos necessários para a compreensão. A preocupação com gradações de conteúdo que levam do simples ao complexo também pode existir, mas é secundária quando se concebe que muitas vezes, para o aluno, o ‘simples’ é o aprendizado que faz mais sentido no momento.

Uma segunda possibilidade do planejamento do professor é centrar-se na lógica do conteúdo científico estabelecido. Muitas vezes essa lógica é centrada em gradações de simples para complexo, ou de lei geral para aplicações, ou ainda das causas para os efeitos, etc. O professor ainda consegue manter para si (e talvez mesmo para os alunos) as relações de cada parte com o todo, mas essas conexões são demonstradas *a posteriori* ou de forma anexa ou subliminar. Por causa disso, cada atividade da seqüência apresenta o risco de não vir em resposta a necessidades de aprendizado anteriormente expressas.

Por fim, há também o planejamento em que a seqüência é randômica ou sugerida por um “índice” de um livro didático. Identificamos, nos dados, professores que seguiam lógicas randômicas por quererem compartilhar com os alunos as muitas atividades e experimentos interessantes que vivenciavam, e professores que aderiram à comodidade de seguir a proposta do livro didático (obviamente os manuais didáticos se organizam em uma seqüência lógica, mas, na categoria considerada, o professor não compartilha dessa lógica). Nesse caso o planejamento não tem um objetivo claro para o professor, e sem esse objetivo ele não consegue interpretar as necessidades dos alunos.

Relacionada à estratégia de planejamento do professor há a habilidade de, em sala de aula, ser capaz de dar unidade às várias atividades que pertencem a um mesmo tema ou objetivo (categoria 6). Os dados que apresentamos da situação em que o professor realiza esse intento mostram que os alunos conseguem conectar as várias atividades ao conhecimento em construção, estabelecendo gradativamente uma rede de relações entre conceitos e fenômenos.

Notamos que o aluno de fato não faz conexões entre atividades com destreza, pois, dos professores que centraram seu planejamento em torno de um problema para o qual todas as atividades convergiam, alguns constataram que os alunos não fizeram as conexões esperadas. A intervenção adequada do professor é realmente indispensável para isso ocorrer.

O que o professor pode fazer para que seus alunos entendam a unidade necessária entre as atividades e conteúdos da seqüência pedagógica? Os professores do grupo observaram que o fato de eles se referirem oralmente às interligações foi insuficiente. Essa foi uma questão que não pesquisamos, mas que certamente nos chamou a atenção. Olhando os dados, visualizamos, sem muita surpresa, que a resposta está na interação com os alunos – os professores que foram bem sucedidos nesta tarefa relataram muitas expressões emprestadas dos alunos e usadas durante as aulas para fazer conexões entre atividades, tendo como meta um determinado objetivo de conteúdo conceitual (obviamente cada uma das nossas categorias pode ser estudada tendo em vista conhecer os caminhos particulares de cada professor, e o que fizemos aqui foi somente uma descrição de ações, estratégias e atitudes mais gerais, sem detalharmos muito os procedimentos pontuais utilizados).

A categoria 10 considera a participação do professor na construção do conhecimento, durante uma atividade proposta. Na primeira alternativa o professor compartilha com os alunos dessa construção. Situações que encaixamos nesse item mostram os professores fazendo observações e descobertas junto aos alunos, ou buscando explicações para um fenômeno observado através de procedimentos que incluam propositalmente e explicitamente a utilização do modelo conceitual que está sendo aprendido.

Uma característica peculiar de algumas dessas situações é que genuinamente o professor não sabe a explicação do fenômeno observado e procura-a na frente dos alunos, junto a eles. Reações específicas do professor por ele não saber uma explicação foram reunidas na categoria 12, sobre a qual falaremos adiante. Ainda na categoria 10, interessou-nos perceber como o professor pode mostrar para o aluno um procedimento de investigação e construção do pensamento, ou assessorar o aluno nessa ação.

Obviamente alunos não são cientistas familiarizados com procedimentos de investigação e, muitas vezes, também não possuem olhar analítico para perceber pormenores de um fenômeno que podem contribuir para a construção conceitual. Dessa forma, o processo de imitação com auxílio direto do professor é bastante útil, especialmente porque não se pode esperar do aluno que ele “descubra” os procedimentos científicos. A inutilidade de se esperar uma construção autônoma do aluno em todos os conteúdos da ciência é uma das grandes críticas ao construtivismo radical (Lajonquière, 1992).

Um outro item da categoria 10 mostra atitudes de acompanhamento externo do professor durante as atividades realizadas pelos alunos. Em nossos dados, os professores dizem o que deve ser feito e como fazê-lo, mas não ‘põem a mão na massa’ junto com os alunos.

Em algumas situações, interpretamos esse não envolvimento na atividade como uma maneira de proteção que o professor encontra quando ele não domina a atividade ou o conteúdo proposto aos alunos. A prof^a MO, no exemplo que demos, levava pela primeira vez um experimento da pilha de Daniell para os alunos, e se alguma observação ou procedimento saísse do *script*, a professora provavelmente não saberia como reagir, tanto em função de limitações de conteúdo como de não familiaridade com possibilidades

oferecidas pela montagem experimental. Seu roteiro rígido e controlado de fora a ajudou a não se perder na condução da atividade, mesmo com prejuízo de um diálogo autêntico com os alunos.

Os exemplos trazidos de PA e SZ também são momentos em que as professoras orientam seus alunos e os conduzem sem envolvimento direto, mas parecem trazer motivações diferentes para essa escolha de ação.

Existe uma diferença, por vezes de sutil detecção a partir dos dados, entre o professor que não se envolve porque quer dar protagonismo aos alunos, quer dar-lhes um momento de autonomia, e aquele que sistematicamente se protege de um envolvimento nas atividades porque precisa preservar a confiança que os alunos depositam nele, como detentor do conhecimento. Se o professor se envolve diretamente, ele estará testemunhando e corroborando anomalias que aparecem, as quais ele vai ter que dar conta de explicar.

As aulas de demonstração, trazidas em um dos dados como uma outra forma de não-envolvimento direto em investigações e descobertas, também podem funcionar como um escudo, pois utilizando essa estratégia, o professor detém o controle das observações, das medições e das observações para as quais já tem explicações preparadas.

Na alternativa (c), quando o professor focaliza as atividades e o conteúdo implícito, ele deixa de acompanhar o aluno no aprendizado. Nesse caso, ele perdeu de vista que o aluno precisa de várias aproximações ao conceito para aprendê-lo. O professor age como se, uma vez que se chegou ao objetivo, este já se tornasse completamente dominado, tratando as atividades seguintes como anexos de pouca utilidade.

A categoria 9 dá conta do gerenciamento e da organização disciplinar do trabalho na sala de aula. Os dados ficaram entre os dois extremos de perder o controle da turma e manter uma disciplina rígida. No entanto, neste grupo de professores percebe-se uma tendência geral em direção à manutenção da disciplina com concessões de liberdade; os professores participantes do curso começam a ficar menos impressionados com situações de caos ocasionais e com a 'bagunça' que os alunos fazem durante certas atividades, usualmente trabalhos em grupos, experimentos e discussões de idéias.

Não obstante, percebemos alguns professores que ainda mantêm tendência geral em controlar integralmente as atividades e interações na classe. Segundo nossa interpretação, isso não se deve tanto a uma autoproteção por insegurança quanto a procedimentos ou conteúdos (como foi a nossa análise da categoria 10), mas a um hábito desenvolvido de centrar em si as iniciativas e, talvez ainda, de uma assunção aprendida de que uma aula boa é uma aula em que há ‘ordem e progresso’. Essa tendência vai se modificando conforme o professor se dá conta da importância de ouvir os alunos durante o processo.

Nossos dados fragmentados, para possibilitar a inclusão nas categorias, nem sempre mostram algumas situações interessantes que representam percepções do professor nesse sentido. Trazemos um exemplo da prof^a PA, citado em outra categoria, que aqui serviria para ilustrar o começo de uma sensibilização para a validade da participação dos alunos. Chamou-nos a atenção porque PA é geralmente muito controladora da disciplina da classe e seus relatos denotam que mantém seus alunos sob rígidos limites.

“Aqueles que estão participando você sabe como eles estão evoluindo, né. Agora se tem aqueles alunos que não participam em nada ou participam pouco, é muito difícil. Eu percebi isso porque no final de umas matérias que eu tava vendo, eu dava umas avaliações e eu percebia que algumas pessoas continuavam a zero totalmente, com umas idéias malucas.”

Essas constatações desencadeiam busca de maior interação e participação dos alunos. Por outro lado, as situações em que o professor sente que foi permissivo em excesso ou em que perdeu o controle da turma são sempre fonte maior de estresse e frustração, porque, se o professor se sente desconfortável quando percebe, somente na avaliação, que seus alunos não aprenderam e que poderia ter prevenido o mau resultado com um acompanhamento mais constante, seu sentimento quando a turma foge ao seu controle é de que não houve reconhecimento de seus esforços ou de que lhe faltam atributos indispensáveis da profissão docente.

Assinalamos, contudo, que o sentimento do professor de perda de controle nem sempre correspondeu, pelos seus relatos, a uma situação em que de fato houve indisciplina absoluta e inviabilização do ensino. Trouxemos um exemplo notório da prof^a RO: ela achou sua aula “péssima” em função da desordem e “falação” dos alunos, mas, questionada a respeito, relatou que essa desordem foi gerada no intuito de observar melhor

o fenômeno sendo demonstrado, e as manifestações eram comentários e perguntas referentes ao conteúdo. Somente após as avaliações a professora percebeu que a aula havia sido produtiva e que os alunos aprenderam bem o conteúdo e gostaram da aula.

Essa situação deixa evidente que existem concepções sobre o que seja um bom gerenciamento do trabalho de classe e, em uma condução construtivista, o professor pode ainda manter como ideal um processo construtivo apolíneo e silencioso.

As categorias 4, 7 e 12 enfatizam relações com o conteúdo científico e a segurança do professor ligada ao conhecimento desse conteúdo.

A categoria 4 é sobre o fechamento de um tema ou atividade. Verificamos nessa questão se a seqüência aplicada pelo professor com os alunos culmina com uma sistematização que resuma o caminho percorrido nas aulas; nesta sistematização espera-se que ele vá pontuando as conclusões importantes a que chegou e ao mesmo tempo complementando com formalizações, contribuições interessantes da história da ciência ou aplicações do conhecimento na tecnologia, etc.

Percebemos que alguns professores fizeram da aula de fechamento uma ruptura na seqüência para “contar a verdade científica”. Essa observação é um forte indício de que as atividades anteriores não funcionaram efetivamente para a construção do conhecimento científico, e que o professor não foi bem sucedido em trabalhar com as concepções dos alunos e fazê-las evoluir. Outra situação notória foi o repúdio à aula expositiva de fechamento, pela assunção equivocada de incoerência dessa prática dentro dos procedimentos construtivistas.

Similarmente, percebemos professores que negligenciam um tratamento matemático dos conceitos (categoria 7). Essa atitude é uma informação clara de que a matemática e a formalização dos conceitos físicos usando essa linguagem não são bem compreendidas pelo professor e que, para ele, se, dentro da série de atividades significativas que faz com seus alunos, ele incluir as fórmulas e exercícios matemáticos, ele estará provocando uma ruptura na seqüência e se desviando de uma conduta construtivista.

Um dos episódios que corroboraram essa interpretação ocorreu com a professora RE, que resolveu fazer os exercícios matemáticos de circuitos compostos em sala de aula após esse conteúdo ter sido trabalhado por algumas semanas com os professores no grupo de formação. RE comenta, *“Antes os exercícios não tinham sentido para mim, agora eu acho bárbaro, porque eu estou entendendo, sabe? E eles também, porque nós vemos o que está acontecendo, nós entendemos, eles entendem da onde vêm as fórmulas.”*

Mesmo entre os professores que dominam bem a linguagem matemática (como PA, que é graduada em matemática), a inter-relação das equações com a descrição dos fenômenos físicos é uma barreira a ser transposta. Dificilmente o professor consegue estabelecer para si mesmo essa conexão e enxergar a sua pertinência.

A questão 12 descreve as reações do professor, em sala de aula, quando ele não sabe um conteúdo. Certamente é uma reação comum e esperada ficar inseguro quando não se sabe um conteúdo, mas nas situações de sala de aula, o professor não pode deixar que a sua insegurança seja denunciada aos alunos e comprometa a relação de confiança que deve se estabelecer no ambiente de aprendizado. Como ponderou uma das professoras, para se admitir ignorância é preciso que o professor tenha um grau de domínio de conteúdo que assegure a confiança e o reconhecimento pelos alunos.

Assim, as alternativas em que o professor se abstém de dar uma resposta sem significado têm pré-requisito em um preparo conceitual mínimo. Propor-se a estudar com o aluno é ainda um passo além. No entanto, essa última possibilidade de atitude também requer a predisposição do professor para considerar que o aluno tem capacidade de trabalhar cooperativamente na busca da solução (categoria 13), além de uma autoconfiança de que ele conseguirá compreender o conhecimento novo.

Naturalmente as categorias estão relacionadas entre si, assim como as ações do professor em sala de aula são convergências de vários fatores.

Consideramos importante uma dimensão que tratasse da avaliação que o professor faz do seu próprio trabalho na sala de aula, que pudesse conhecer o peso que ele atribui aos diversos fatores presentes na complexidade desse espaço. De certa forma, estávamos interessados em conhecer quais fatores ele é capaz de perceber e reconhecer no processo geral de ensino. As duas últimas dimensões pretendem explorar esse terreno, além de

conhecer o nível de consciência que o professor apresenta, com respeito ao mundo limitado porém complexo da sala de aula.

As categorias 14 a 17 não mais representam uma gradação em alternativas mais ou menos adequadas a uma concepção de ensino construtivista. Através delas buscamos perceber o grau de consciência que o professor demonstra quanto à sua atuação, e em relação ao ideal que busca e através do que está aprendendo no grupo.

Um possível perfil para o professor

Não era intenção deste trabalho atribuir uma etiqueta a cada professor. Entretanto, a partir das questões analíticas de caracterização dos professores, tivemos a curiosidade de saber, para cada integrante do grupo em particular, como estaria seu perfil em relação ao referencial construtivista de atuação, no momento em que realizamos o estudo.

Dos nove professores sujeitos da nossa pesquisa, pudemos verificar quais as ocorrências mais frequentes ou quais as tendências mais fortes na atuação de cada um, em relação às categorias 1 a 13 do instrumento de análise, e ensaiar um quadro qualitativo da sua atuação.

Para fazer o quadro, já havíamos tomado o cuidado de dispor as subcategorias a, b e c de cada categoria (para as questões 1 a 13) ordenadas de modo a representarem desde procedimentos mais de acordo com o construtivismo até os menos construtivistas. Para montar o quadro classificatório do perfil, usamos como recurso adicional de visualização o padrão de cores “RGB” (vermelho, verde e azul), combinando as cores, nessa ordem, com as alternativas (a,b,c) de cada questão. Dessa forma, tivemos o seguinte resultado:

Dim.	cat.	AP	CS	MH	MO	PA	RE	RO	SZ	SU
Estratégias	1	B	A	A	C	A	A	B	A	B
	2	C	A	B	C	C	A	C	A	B
	3	C	B	B	B	B	A	C	A	B
	4	C	A	B	BA	C	A	BC	A	AB
	5	C	A	A	B	AB	A	B	A	C
Habilidades	6	C	A	B	C	A	A	C	A?	B
	7	C	A	B	C	C	B	BC	B	B
	8	C	A	B	B	AB	A	C	A	B
	9	B	A	A	B	B	A	C	A	AB
Atitudes	10	B	B	BC	B	ABC	A	C	A	A
	11	C	A	B	ABC	C	A	B	A	AB
	12	C	AB	B	BC	C	B	B	A	B
	13	BC	A	BC	B	B	A	C	A	AB

Perfil dos professores para as categorias definidas.

Através da tabela podemos visualizar elementos que indicam o desenvolvimento de condutas construtivistas maduras em três dos professores da amostra (CS, RE, e SZ), e dois professores que apresentam condutas menos construtivistas (AP e RO), enquanto os outros assumem posições intermediárias.

Podemos também transformar o quadro classificatório em texto, e elaborarmos um perfil descritivo para o professor (alguns dados pessoais dos professores estão no anexo 2). Daremos dois exemplos adiante, mas antes temos algumas considerações necessárias a fazer.

Essas categorias criadas são como fotografias instantâneas, isto é, não mostram a evolução que o professor teve durante o ano de grupo. Como os dados foram retirados do que se poderia quase chamar de um “curso de construtivismo”, certamente houve evolução. Na própria tabela podemos perceber questões em que não conseguimos categoricamente atribuir uma classificação para o professor e, nestas, apesar de nos decidirmos por uma cor que representaria o comportamento aparentemente predominante, mantivemos as letras que indicam ocorrências frequentes nos demais itens da categoria.

Uma outra ressalva é que algumas características construtivistas são mais enfatizadas que outras nas próprias questões, de modo que uma “quantificação” baseada nos números de ocorrência de R, G e B a partir do quadro poderia gerar distorções.

Exemplos de perfil descritivo de professores

Perfil descritivo da prof^a MO

MO é apolínea: bastante metódica e detalhista. Aprecia muito a organização e a disciplina na sala de aula e defende que esse é o passo principal para qualquer aprendizado. Está engatinhando no aprendizado do construtivismo, e apresenta ainda muitas ‘concepções alternativas’ ou assunções parciais sobre o que seja essa linha pedagógica.

Prepara bem suas aulas e procura manter o planejamento dentro de uma seqüência linear de conteúdos. Pelos seus relatos, suas aulas se aproximam muito de um ensino tradicional, não somente pela disciplina que segue e que espera dos alunos e da organização lógica da seqüência pedagógica, mas também pelos passos seguidos que perfazem o conjunto começo-meio-fim de uma aula. Numa aula experimental, por exemplo, MO explica que atividade farão, distribui o material, guia o experimento passo a passo e pede um relatório ao final, que dê conta de todos esses passos. Dessa forma, MO sabe dar fechamento às atividades – embora em vários momentos espera que a sistematização venha dos alunos.

MO apresenta-se como a detentora do conhecimento, e não relata casos em que alguma pergunta do aluno esteja fora de sua alçada. É provável que sua condução de aula não permita essas manifestações dos alunos, pois MO é bastante controladora. Por exemplo, antes do experimento da pilha, os alunos perguntaram como funcionava a pilha no circuito, e ela respondeu em termos de transformações de energia. Então quando deu a pilha eletrolítica, os alunos não estavam mais com dúvidas sobre o funcionamento de uma pilha, de modo que não tinham questões a resolver ou comprovar com o experimento.

Se MO não desenvolve a curiosidade dos alunos, como pretende manter o interesse nas aulas? Através da pressão pela nota. As atividades valem nota e a presença na aula vale nota, além da avaliação formal. MO se sente segura com procedimentos que mantêm os alunos sob controle.

As atividades em seu planejamento não parecem estar intimamente conectadas entre si, e MO não expressa necessidade em fazê-lo. Desde que esteja dentro de um mesmo tema, cada atividade funciona como uma célula independente e auto-suficiente.

Em que medida MO é atenta aos alunos? Na verdade, a seqüência, o conteúdo, as perguntas e as respostas já estão por demais estruturadas para que se possibilitasse alguma contribuição do aluno. O que lhes resta é a participação no sentido de realização das atividades propostas. Contudo, nesse âmbito, ela relata conseguir observar suas dúvidas e atestar conquistas, porquanto ainda não saiba o que fazer com as dúvidas ou concepções alternativas: como não quer dar as respostas (pois, para ela, isso seria incoerente com o construtivismo), repete as perguntas de formas diferentes e espera que em algum momento os alunos terão um ‘insight’.

MO ainda não percebe, nem ‘teoricamente’, a sutileza de não dar as respostas e ajudar os alunos a construí-las, mas fornecer informações necessárias para essa construção (a prof^a MH, em contraste, já sabe que há uma *qualidade* de informações que devem ser fornecidas e outra que os alunos devem construir para que tenha significado – só não sabe distingui-las com critérios mais objetivos). Por isso, paradoxalmente, não conecta as concepções dos alunos à seqüência pedagógica, mas procura, quando faz fechamento, reportar-se às construções e concepções dos alunos e incluí-las em sua explicação.

As causas de insucesso em suas aulas são atribuídas a fatores externos, especialmente à falta de interesse e disciplina dos alunos, assim identificados por ela.

MO ainda mostra poucos sinais de reflexão sobre seu trabalho no sentido de buscar melhoras significativas. Porém, trabalha bem por imitação: observa o que os outros professores relatam e os comentários da equipe de formação, e seu aprendizado se dá por esse caminho. Exemplo: enquanto achava que o projeto era não dar as respostas, sentiu que as aulas ficaram chatas para os alunos porque ‘*era tudo só pergunta*’. Mas em nenhum momento, nas reuniões do grupo, manifestou algum incômodo em relação às suas estratégias, colocou essa dúvida ou questionou algo. Entretanto, quando descobriu que aulas expositivas eram ‘permitidas’ e podiam ser pertinentes, rapidamente compreendeu o novo sentido que deveriam assumir essas aulas no planejamento e levou o seu aprendizado para a sala de aula.

Perfil descritivo da profª SZ

SZ é muito entusiasta e assume que seus alunos também têm grande interesse e a mesma pré-disposição dela para aprender coisas novas.

Estuda muito e tem olho treinado em descobrir experiências para fazer com os alunos; e sempre se diverte muito com as aulas que dá, ao mesmo tempo em que conta sempre que seus alunos também ‘adoram’. Foi muito peculiar inclusive que durante a entrevista, não soube dizer de uma única aula sua de que não tenha gostado. Sempre traz alguma nova engenhoca para ilustrar um modelo ou para produzir efeitos inesperados, e seus alunos também comumente montam e levam novidades, que ela acolhe com entusiasmo.

SZ avalia o sucesso de uma aula ou seqüência de aulas principalmente pela participação e pelo interesse despertado nos alunos, mas quando questionada sobre o aprendizado, ela diz que foi satisfatório e justifica – passa exercícios e os alunos resolvem.

SZ é a favor dos desafios. Sempre arranja alguma questão intrigante para os alunos resolverem nas aulas e considera esse procedimento essencial para que eles se motivem. O desafio é geralmente introduzido por ela, embora não descarte as perguntas que os alunos trazem e envolva-se nelas igualmente.

Nesse otimismo todo em que ela sempre está envolvida, não aparecem situações relatadas sobre respostas inadequadas dos alunos. Como é pouco provável que os alunos não apresentem erros, o mais verossímil é que ela tenha uma mente ‘neurolinguística’, direcionada a focalizar apenas o que considera como positivo (ex. fez um questionário de pré-concepções e o que relatou foi que ‘*um grupo respondeu bem*’, e não que os outros responderam *mal*.) Como ela trabalha as pré-concepções dos alunos? Ela não traz relatos, justamente porque ela não focaliza o erro. Indícios de que trabalha com as pré-concepções vêm de atividades que planeja e de perguntas de suas avaliações.

SZ se refere aos alunos sempre com espírito de colaboração. Os alunos são grandes ajudantes na construção do conhecimento, e ela realmente dá atenção quando eles estudam algo e trazem algum conhecimento novo. SZ demonstra muita segurança como professora, de modo que não se intimida na frente da classe quando não sabe algo: nem ignora a pergunta, nem tampouco dá uma resposta não pensada. Quando os alunos trazem

informações que ela desconhece, ela se entusiasma para decifrá-las junto a eles. Dessa forma, SZ consegue valorizar o aluno e promover sua auto-estima, pelo que não é de se estranhar a alta participação de seus alunos nas aulas.

Seu planejamento é bastante flexível. Ela o modifica quando encontra algum experimento novo, ou quando um aluno traz alguma montagem experimental ou informação nova, ou ainda quando o curso de que participa sugere atividades. Parece haver vários critérios em que se baseia para as mudanças, porém o mais freqüente em seus depoimentos foi o que estabeleceu vínculo com os alunos.

SZ não apresenta indícios de manter um planejamento que se preocupe com a passagem suave de uma atividade a outra, *i.e.* em que as atividades componham um todo. Frequentemente promove várias atividades concomitantes, com objetivos diferentes, para os alunos reunidos em grupos. Por outro lado não se queixa de que os alunos não foram capazes de interligar as atividades. Então, ou esse aspecto está muito bem resolvido para ela, ou nem um pouco (por isso o ponto de interrogação nessa categoria, no quadro dos perfis).

Relata um bom manejo de classe. Na entrevista, comentou sobre uma turma '*bagunceira, mas muito boa*', e que precisa de várias atividades simultâneas para se manter ocupada – e ela explicou como faz para controlar as turmas agitadas.

Quanto à conclusão das atividades, diz que faz uma discussão oral com os alunos e dá exercícios para checar se eles aprenderam. Nunca relatou dificuldades para dar fecho a algum assunto ou atividade.

SZ não exterioriza reflexões sobre sua atuação em aula e não traz dúvidas metodológicas. Seus relatos são sempre sobre idéias que teve e coisas que estudou e aprendeu, e sobre a participação – sempre boa – dos alunos. Sente-se muito confortável com as estratégias que usa e não tem crises a respeito.

É também peculiar como seus relatos são sempre indiretos quanto aos procedimentos específicos que adota. Encontramos poucos depoimentos seus que pudéssemos inserir como dados nas categorias 14 a 17. Parece-nos que a conduta construtivista da professora é mais intuitiva do que consciente.

CONCLUSÃO

Onde estão os obstáculos conceituais com que se depara o professor que deseja ser construtivista?

No início do percurso do aprendizado construtivista, parece-nos que uma etapa por que passam muitos professores é a de querer jogar fora tudo o que compunha a sua prática tradicional anterior, sob a crença de que uma metodologia completamente diferente exigirá também procedimentos ‘opostos’. Na aula tradicional o professor falava, agora ele se cala; os alunos se calavam e agora falam à vontade; as aulas eram expositivas, são agora experimentais; o aprendiz era tratado como *tabula rasa*, agora é um pequeno cientista; o professor deveria responder a todas as dúvidas dos alunos porque ele tem o saber, agora ele se abstém porque estes devem achar sozinhos as respostas...

Em seguida o professor percebe que isso não funciona, pois ele fica sem aquelas ferramentas que utilizava e que eram suficientes para as intervenções na sala de aula, necessárias para que ocorra o aprendizado. Então sente que precisa voltar a usá-las, mas não quer ser incoerente com a teoria educacional que adotou – e o impasse está criado até que ele consiga re-significar essas estratégias “antigas” e incorporar as novas.

A complicação que reside nesse passo é que a mudança mais necessária é aquela que se dá primordialmente ao nível das atitudes, como, por exemplo, saber ouvir o aluno e incluí-lo nas atividades e explicações, verificar se haverá compreensão da resposta que se pretende dar, desenvolver um olhar investigativo para os fenômenos e se engajar em procedimentos investigativos em cooperação com o aluno, olhar para o conhecimento como resposta a questões sobre o funcionamento do mundo empírico, etc.

A mesma estratégia, como a aula expositiva, será aplicada sob bases diferentes; por exemplo, como fechamento e organização do conteúdo. Não haverá, nesse momento, muita interação ocorrendo explicitamente na classe, mas o aluno estará em intensa interação com o conteúdo, que faz sentido para ele naquele momento e que ele relaciona, com ajuda da exposição do professor, com as idéias construídas nas atividades anteriores.

Então a atitude mais fundamental, em vez de tirar o centro do professor e mantê-lo constantemente no aluno, é a da *manutenção do diálogo*, é saber relacionar o que os alunos pensam, as observações e interpretações que fizeram dos fenômenos, as hipóteses formuladas e as mudanças de idéias, com o conhecimento científico. Poderíamos dizer que a dimensão das atitudes é o melhor indicador da internalização de uma teoria pelo professor.

Mudanças no nível das atitudes envolvem tempo de prática porque significam mudança dos hábitos já adquiridos (tanto hábitos de ação como de pensamento), além de sofrerem influência de fatores de ordem afetiva e incluírem ações inesperadas, às vezes surpreendentes e, por conseguinte, não passíveis de planejamento prévio. Nosso instrumento de análise para compreender a ação dos professores e seu significado teve um foco muito forte na interação com os alunos; e esta interação privilegiou a presença do diálogo. Por exemplo, na dimensão que caracteriza as estratégias, as categorias 2, 3 e 4 enfatizam diretamente a participação do aluno no processo; as duas outras categorias, embora menos diretamente, também tratam da relação do aluno com o conteúdo.

Nossos resultados mostraram que alguns professores conseguiram, em todas as etapas da sua seqüência de aulas, preservar o envolvimento com o aluno. Alguns outros professores começavam com essa intenção planejada e acabavam se perdendo com o decorrer das atividades.

Incluir o aluno é um aprendizado totalmente novo e aqui parece estar a questão fundamental, para a qual o professor normalmente não tem referências anteriores. Professores que conseguem sempre efetivamente incluir o aluno são aqueles que acreditam na importância das contribuições dele e confiam no valor do seu protagonismo (questão 13 do quadro de análise): é preciso *pensar* diferente para agir de forma construtivista.

Então, como se aprende a pensar diferente? A vontade é fundamental, como já expressou Charlot (*in* Pimenta & Ghedin, 2002). Do que pudemos aprender com a nossa experiência, a esfera cognitiva auxilia muito na motivação para a mudança. De fato, através da análise da realidade e da identificação de resultados insatisfatórios pelo professor pode-se chegar a alguma mudança de atuação. Quando o professor se surpreende ao constatar que o aluno foi capaz de trazer contribuições para o conteúdo, realizar observações relevantes, resolver desafios de maneiras originais, esse professor começa a

desenvolver um outro olhar para o aluno. Uma vez que o professor está convencido de que precisa mudar, será o próprio exercício dos procedimentos e atividades diferentes que lhe flexibilizará o pensamento. É por isso que as atitudes são indícios mais fortes de que houve mudança, do que as estratégias: estas são adotadas desde o início do processo, enquanto aquelas se modificam quando a teoria está mais interiorizada e compreendida, *i.e.* quando o pensamento se alinha na outra direção.

O aprendizado dos professores, quando se trata de aprender novas formas de ação, não prescinde do assessoramento de um grupo de formação. Para haver conexão da teoria construtivista que ele começa a conhecer, com a sua aplicação no “mundo empírico” da sala de aula, dinâmica e cheia de novidades, o professor precisou de ajuda. Interpretar e resolver esses problemas sem perder o ‘clima’ das interações exige grande competência. Por exemplo, desde que ao aluno é permitido perguntar, dar palpites, elaborar tentativas de explicação de um fenômeno, surge um problema para ser resolvido pelo professor: que fazer com as manifestações dos alunos sem perder a seqüência da atividade e o objetivo final do conteúdo? Como reagir às perguntas inusitadas dos alunos, que não estavam exatamente previstas no planejamento do professor?

De fato, a modalidade de formação que se dá concomitante à prática profissional serve bem a propósitos como esses, que têm como objetivo uma mudança mais profunda nos fundamentos da prática docente, pois proporciona assessoramento ao professor no enfrentamento de situações novas que surgem da prática – porque é exatamente aí que o truncamento da seqüência pedagógica acontece; e ele é sentido não só pelo professor, mas também, e de modo indesejável, pelo aluno.

Notamos professores que se dispõem a levar atividades experimentais, promover discussões acerca de idéias conflitantes, atentar para as concepções prévias do aluno (ações eminentemente construtivistas) e que, inclusive, muitas vezes, se recusam a dar uma aula expositiva porque acham que estarão “escorregando” no construtivismo. Mais de perto, todavia, percebemos que, para esse mesmo professor, em alguns momentos, o diálogo se perde, a seqüência começa a ter rupturas e as atividades perdem sentido.

O professor começa com uma intenção, planeja de acordo, mas não tem traquejo suficiente, ou não desenvolveu ainda as atitudes de que precisa para se manter no caminho. A ruptura acontece porque a intenção do professor é uma, mas a prática ainda oscila entre

os procedimentos com os quais o professor já estava acostumado e aqueles ditados pela nova teoria e pelo mundo empírico da sua realidade.

Quando o professor se depara com um imprevisto que não consegue resolver, sua forte tendência é retornar ao procedimento que lhe dá segurança porque já está embutido de uma previsibilidade. Percebemos que a manutenção do controle da turma é um fator gerador de estresse para o professor. Ainda que a sua forma mais usual de manutenção da disciplina na aula seja aquela que rompe o diálogo, para resolver rapidamente uma situação indesejável (e urgente) de indisciplina – até que o professor encontre uma outra forma, coerente com a nova teoria, que desempenhe essa função, ou até que ele desenvolva outro olhar sobre o gerenciamento da classe – ele irá recorrer ao saber que lhe garante o resultado.

Outro empecilho forte para o trabalho construtivista é certamente o domínio do conteúdo de física. Da nossa análise concluímos que esse foi um dos obstáculos preponderantes. O trabalho construtivista do professor em sala de aula exige um domínio de conteúdo mais amplo do que o trabalho dito tradicional, porque o professor precisa estar permanentemente envolvido num diálogo significativo com os alunos; relacionar as concepções do aluno, as observações diferentes que ele faz e as dúvidas inesperadas, ao conteúdo que planejou, nesta situação, não pode ser relegado a um plano inferior.

Para tal atuação o professor precisa sentir segurança em relação à sua autoridade e, nesse particular, um dos alicerces é certamente o conhecimento do conteúdo que ensina. Ao que nos parece, em física, o conteúdo universitário não tem se mostrado suficiente (ou adequado) para preparar conceitualmente o aluno que vai atuar como professor da escola básica. É certamente uma hipótese que merece investigações mais cuidadosas, mas, de todo modo, essa ponderação sobre a importância do domínio conceitual para a manutenção do diálogo com o aluno nos leva a compreender por que alguns professores se abstiveram de atender a necessidades evidentes de alunos, mesmo em sacrifício ao aprendizado, por falta de segurança com o conteúdo envolvido. No relato de AP:

“Eu acho que se eu tivesse construído a pilha, a pilha de Daniell e mostrado pra eles lá que... talvez faria um pouco mais de sentido. (...) É que eu fico também com muito medo dessa bendita pilha, de construir. ”

Os autores que tratam das competências dos professores nos fundamentam nessas conclusões. No entanto, procuramos aqui dar suporte a essas teorias quando se trata de encarar a situação real em que o professor atua.

Ao constatar, na pesquisa realizada com um particular grupo de professores em formação, que a mudança primordial da concepção de ensino e aprendizagem está numa mudança de atitudes, percebemos que esta mudança é mais complexa do que parece a olhos ingênuos, porque de fato não se trata de deixar uma e substituí-la simplesmente por outra. Além disso, essa suposição contrariará a própria idéia construtivista da aquisição de conhecimento, além de representar um desequilíbrio grande na estrutura profissional e subjetiva do professor, que ele não poderá suportar.

Consideramos finalmente que um trabalho de pesquisa é tanto mais interessante quanto é capaz de gerar novas questões e abertura de novas janelas para o conhecimento. Neste nosso trabalho, sentimos que foi isso mesmo o que ocorreu, e os próprios leitores devem ter identificado ao longo do texto perguntas que são sugeridas e que valeria à pena investigar. Para nós, algumas já se mostraram motivadoras, como, quais são os procedimentos adotados pelos professores que trabalham o erro do aluno até a concepção científica; de que formas podem ocorrer *insights* para a mudança de atitudes por que passam os professores durante o aprendizado de uma nova teoria; ou o quanto serviria de auxílio, para o professor, ter contato com um instrumento qualitativo de seu perfil; entre muitas outras. Uma questão que nos pareceu particularmente interessante e que nos propomos continuar a aprofundar numa pesquisa futura, é – a partir daquilo que os professores já sabem e fazem em sua atuação cotidiana, como planejar e conduzir um curso de formação?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON. John R. **Cognitive Psychology and its Implications**. 3ª ed. New York: W. H. Freeman and Company, 1990.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BASTOS, F., NARDI, R., DINIZ, R. E. S. e CALDEIRA, A. M. A. Da necessidade de uma pluralidade de interpretações acerca do processo de ensino e aprendizagem em Ciências. In: **Pesquisas em ensino de ciências: contribuições para a formação de professores**. São Paulo: Escrituras, 2004.
- BOGDAN, R.C; BIKLEN, S.K. **Investigação qualitativa em educação**. Lisboa: Porto Editora, 1994.
- CAMPANAYO, J. M. e MOYA, A. ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. **Enseñanza de las Ciencias**, v.17, n.2, pp.179-192, 1999.
- CONTRERAS, José. **A autonomia de professores**. São Paulo: Cortez, 2002.
- DE LA TAILLE, Y. O erro na perspectiva piagetiana. In: AQUINO, J. G. (Org). **Erro e fracasso na escola: alternativas teóricas e práticas**. São Paulo: Summus, 1997.
- DRIVER, R. Hilary, A. LEACH, J. MORTIMER, E. & SCOTT, P. Constructing scientific knowledge in the classroom. **Educational Researcher**, vol. 23, no. 7, pp.5-12, 1994.
- GATTI, Bernadete A., et al. Avaliação de programa de treinamento de professores de 1ª série – 1º grau. **Cadernos de Pesquisa**. São Paulo, (13): 15-40, jun. 1975.
- LAJONQUIÈRE, L. . Acerca da Instrumentação Prática do Construtivismo. A (Anti)Pedagogia Piagetiana: ciência ou arte? . **Cadernos de Pesquisa da Fundação Carlos Chagas**, São Paulo, n. 81, pp. 61-66, 1992.

- LÜDKE, Menga e ANDRÉ, Marly E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: E. P. U., 1996.
- MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.
- NÓVOA, A. (org.) **Os professores e sua formação**. Lisboa: Don Quixote, 1992.
- OSBORNE, R., WITTROCK, M. The generative learning model and its implications for science education. **Studies in Science Education**, v.12, pp.59-87, 1985.
- PACCA, J. L. A. e SCARINCI, A. L. S. Concepções dos Professores e a Re-significação das Atividades na Sala de Aula. **Anais do X EPEF**, 2006.
- PACCA, J. L. A. e VILLANI, A. Categorias de análise nas pesquisas sobre conceitos alternativos. **Revista de Ensino de Física**, v. 12, pp. 123-138, 1990.
- PACCA, Jesuína L. A. O Profissional da Educação e o Significado do Planejamento Escolar: Problemas dos Programas de Atualização. **Revista Brasileira de Ensino de Física** Vol. 14 nº 1, pp. 39 – 44, 1992.
- PEROSA, Graziela S. **Fracasso escolar e formação docente: um estudo sobre a oferta de cursos de capacitação (1984 – 1994)** Dissertação de mestrado. Psicologia da Educação. São Paulo: USP, 1997.
- PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**, Porto Alegre: Artmed, 2000.
- _____ **Práticas pedagógicas, profissão docente e formação: perspectivas sociológicas**. Lisboa, Nova Enciclopédia, 46 temas de Educação, 3, 1993.
- PIAGET, J. **A equilibração das estruturas cognitivas – problema central do desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Zahar Editoras, 1976.
- _____ **Seis estudos de psicologia**. 22ª ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1997.
- PIMENTA, S. G. e GHEDIN, E. (orgs.) **Professor reflexivo no Brasil – Gênese e crítica de um conceito**. São Paulo: Cortez, 2002

SACRISTÁN, J. Gimeno. **O Currículo – Uma reflexão sobre a prática**. Porto Alegre, RS: ARTMED, 1998.

SCHÖN, D. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

THERRIEN, A. T. S. **Trabalho docente: uma incursão do imaginário social brasileiro**. Tese (doutorado) – Psicologia da Educação, PUC. São Paulo, 1996.

VERAS, M. Euclides B. e VIEIRA, Sofia L. **Política Educacional Brasileira na Atual Conjuntura**, Fortaleza, 1994.

VIENNOT, L. analyzing students' reasoning: Tendencies in interpretation. **American Journal of Physics**, 53 (5), pp.432-436, 1985.

VIGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

VILLANI, A. e PACCA, J. L. A. Estratégia de ensino e mudança conceitual na atualização de professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.14, n.4, pp.222-228, 1992.

Un curso de actualización y cambios conceptuales en profesores de Física. **Enseñanza de las Ciencias**, v.14, n.1, pp.25-33, 1996.

ZEICHNER, K. El maestro como profesional reflexivo. **Cuadernos de pedagogía**, n.220, pp. 44-49, 1993.

Anexo 1: Entrevistas com professores

Duração: 29:17

A – Eu queria que você se lembrasse, não sei se você se lembra, de alguma atividade que você tenha feito com os seus alunos, uma aula que você queira contar. Alguma atividade que você considerou boa.

M – Bom, uma atividade que eu considere boa foi aquela em que eles fizeram o circuito em paralelo, que eu achei que eles mais se interessaram.

A – Como foi?

M – Então, primeiro, eu coloquei pra eles como fazer uma ligação que não fosse em série, e... e até... eu tenho aqui [abre o caderno]. Ó, então primeiro eu perguntei pra eles como eles fariam uma ligação em paralelo, né, e daí, eles ficaram em dúvida.

A – Então você já tinha feito em série, é isso? (2:15)

M – É, já tinha feito em série. Então o que foi que eu fiz? Eu desenhei um circuito simples na lousa, assim, com uma lâmpada. E daí eu perguntei pra eles como eles colocariam outra lâmpada no circuito de modo que a lâmpada ficasse em paralelo, não em série né, uma em seguida da outra. Então apareceu essa sugestão aqui, ó. De colocar uma outra lâmpada, mas colocando o fio ligado aqui mesmo, então assim. Daí eu desenhei o que ela sugeriu. E daí eu perguntei o seguinte, que se o circuito da lâmpada 2 fosse interrompido, como por exemplo desconectando da pilha, eu perguntei se as duas lâmpadas iriam apagar. Mas isso tudo sem, antes de fazer a ligação em paralelo. Foi só uma coisa preliminar. Daí, daí eles falaram que as outras lâmpadas não apagariam, apagaria só aquela que foi desconectada. Daí eu perguntei assim, por quê, né? Daí eles disseram assim que aquele circuito não interferiria no outro. Eu perguntei se os brilhos das lâmpadas seriam iguais...

A – isso tudo foi uma discussão...

M – Foi uma discussão antes, na sala. (4:00) Essa aula eram duas aulas, então eu comecei com a discussão, antes de fazer a ligação em paralelo. E daí eles disseram que a lâmpada que ficava mais forte, essa daqui, olha, iria brilhar mais que essa, porque estava mais perto da pilha. Foi isso o que eles falaram. Então eles falaram que o brilho da lâmpada seria maior se estivesse mais perto da pilha. Nem eu sabia se estava certo ou não isso aqui (risos). Eu achei... eu fiquei assim, né, mas como eu perguntei, né? E eu tava pensando para eles fazerem a mesma ligação de um outro jeito. E daí isso aqui foi eu que fiz. Eu disse assim, e se a gente tirar esse fio daqui, né, e colocar como seqüência, né. A idéia de colocar aqui, não direto na pilha, mas em seqüência, que não precisava ficar ligado direto na pilha. E o que eles responderam? É, que eu propus, né, eu propus que ao invés de ligar os fios na extremidade da pilha nós poderíamos ligar a partir do fio da lâmpada 1. E daí eu desenhei o circuito assim, ó. E já coloquei daí, os símbolos, pra eles verem que a pilha era assim, que a lâmpada a gente podia desenhar assim, né, coloquei que a gente podia representar dessa forma.

A – E o que eles responderam quando você perguntou se poderia colocar os fios ligados só da metade do caminho, eles falaram que ia ficar igual? (6:00)

M – É, eu sei, aqui eu coloquei que eles propuseram, agora eu não me lembro se foram eles ou se fui eu mesma, né, que propus pra eles colocar assim. Agora eu não lembro o que que eles falaram. Eu acho que eles aceitaram que poderiam ligar dessa forma, né. [pausa] Daí o que que eu fiz? Então a dúvida ficou aqui, se essa lâmpada 1 ia brilhar mais mesmo.

A – Que era uma dúvida sua também, né?

M – É, eu também tava me perguntando e fiquei pensando... (risos), mas enfim... eu achei que dependia também, né, da resistência da lâmpada e tudo o mais. (7:00)

A – E para eles, ficou uma dúvida para eles ou ficou uma certeza para eles?

M – Ficou uma dúvida. A gente falou que então iria verificar se realmente a lâmpada 1 brilha mais que a 2, né, que, só na prática mesmo, né. Daí eu distribuí o material e eles fizeram a ligação, que eles já sabiam como fazer, ...

A – Você dividiu a sala em grupos.

M – É distribuí aos grupos. E daí com esse material eles foram montando as ligações e tinha um aparelhinho só para medir tensão e corrente, então cada grupo foi passando o aparelhinho para o outro e foi fazendo as medidas de tensão e de corrente nas lâmpadas e na pilha, de tensão e de corrente, né.

A – E o que eles concluíram no final?

M – Isso aqui... eu não coloquei, eu acho que... na lâmpada.. por que, veja bem, daí foi feito,... para você fazer toda essa montagem e tudo o mais, levou algum tempo, né. E houve grupos que tiveram um pouco mais de dificuldades, primeiro eles montaram em série, he he, depois que eles tinham feito, eu perguntei pra eles se aquilo era uma ligação em paralelo, e eles falaram que não era, então tinha que fazer de outro jeito, ... Isso levou tempo. E depois a discuss... Depois teve um grupo, eu me lembro de um grupo que falou que realmente a lâmpada 1 brilhava mais que a 2. Mas acontece que não ficou muito bem... na verdade eu deixei escapar isso aí, depois eu não lembro direito. No fim ficou mais o efeito de medir... eu podia ter visto isso na medida também, né?... Agora pra mim isso ia depender da lâmpada, porque é difícil ter duas lâmpadas iguais.

A – E se as duas lâmpadas fossem exatamente iguais?

M – Se fossem iguais, a corrente ia dividir igualmente para as duas, né... então eu acho que iria brilhar igual.

A – E como eles encararam essa atividade? (10:00)

M – Eles gostaram. Agora veja bem, a falha foi que, a falha... Eu não sei, que depois houve todos aqueles feriados e tudo o mais, a gente se perdeu um pouco. Porque veja bem, não ficou bem claro aquela questão de que a corrente se divide, apesar que, quer ver? [começa a procurar uma folha de atividade de aluno] Uma aluna, aquela atividade que a professora mandou fazer depois, ela fez; foi discutido, sabe, foi discutido, mas não ficou uma coisa assim, ... Porque teve uma aluna aqui, quer ver? [procurando] Aquele trabalho que a professora Jesuína pediu... ah, eles fizeram um desenho, aí quer ver que eu não vou achar? ... ela fez um desenhinho ... dividindo a corrente.

A – Mas quer dizer assim, que, essa atividade, no final da atividade, no final da aula, /

M – Daí não deu tempo de discutir, foi feita só a atividade porque não deu tempo.

A – Como que a aula terminou? (12:00)

M – terminou com as medidas, eles só conseguiram fazer as medidas, e a gente discutiu os resultados no dia seguinte. Olha, achei, ó. Então foi discutido, porque ela fez o desenho, ta vendo? Então foi discutido. “porque fiquei sabendo sobre a ligação em paralelo e a ligação em série.” E aqui ela fez a ligação, ta vendo, ela fez a divisão. Então foi discutido em sala de aula e tudo o mais, só que não foi feito uma síntese assim, e depois eu fiz exercícios com eles da divisão. Então veja bem, eu passei exercícios pra eles de calcular a corrente e a tensão e daí que eu fui fixando, se a corrente ia dividir igualmente, né. Então nos exercícios que eu fui colocando. (13:00)

A – Essa atividade foi desse semestre ou do anterior?

M – Desse semestre. Eu fiquei com essa turma, foi o ano todo com eles.

A – Mas foi a turma que trocou de ano e você continuou com eles, né?

M – É. Porque a outra turma eu não consegui chegar.

A – E porque você acha que eles gostaram da atividade?

M – Foi uma atividade que eles ... se envolveram na atividade. Todos eles queriam montar o circuito, todos eles queriam medir, sabe? Então foi uma atividade que eu percebi que

houve realmente um interesse grande. Mesmo a em série, todas as atividades. Ah, mas a em série, você lembra que eu não fiz com eles, eu dei a em série mas eu mostrei, daí houve aquele problema na classe, que “ah, eu não to enxergando”. Daí eu levei material daqui e fiz a ligação em paralelo, mas daí distribuí pra eles e era o que eles queriam, realmente e.. eles queriam medir e só tinha um aparelho, daí eles foram, até chegar no último grupo, daí ... se todos já tivessem aparelho era mais fácil era mais rápido, daí um tinha que esperar o outro e tal. Mas foi uma atividade que eu achei que a classe se envolveu.

A – E você achou que essa atividade, eles se envolveriam nela... sem a sua ajuda, quer dizer, eles gostaram porque foi uma atividade experimental? Ou você acha que...

M – Eu acho que a preparação anterior foi importante, sabe por que? Porque senão eles iam pegar o material e não iam nem saber o que fazer. E eu já discuti com eles como é que a gente podia ligar, (15:00) em série, como é que a gente poderia ter feito aquela ligação, discutiu... e ficou aquela dúvida, né? Então como é que a lâmpada poderia brilhar mais, então eu tentei colocar já algum... algum, né? Algum problema que eles pudessem verificar na atividade, Porque eu achei que a gente tem que colocar um conflito na cabeça do aluno pra ele fazer a atividade, né, pelo que eu escrevi no relatório. Então eu procurei colocar. Então eu perguntei pra eles se eles achavam que as eletricidades seriam iguais ou diferentes, se a lâmpada iria brilhar mais ou menos, então ficou tudo isso, toda essa dúvida. E eu acho que a preparação, veja bem, porque quando eles pegaram o material eles já tinham uma idéia de como era a montagem, né, em serie e em paralelo. Eu acho que se eu só desse o material pra eles sem ter feito isso antes, eles iam ficar em dúvida e ia ser um tumulto todo e eles não iam aproveitar tanto.

A – Essa atividade estava no planejamento?

M – Tava.

A – Da onde surgiu a idéia dela?

M – De fazer o circuito em paralelo?

A – é, não, de fazer essa seqüência que você falou pra mim, né, que você fez uma discussão e depois distribuiu um material...

M – Então nessa turma, eu comecei com a parte de eletrostática. Depois, eu fiz o circuito, falei sobre a pilha, a pilha eu falei só. Eu fiz a pilha na classe como demonstração, né, e depois a gente discutiu a pilha e tudo, e depois eu fiz uma síntese falando sobre a pilha e completei essa síntese falando da corrente elétrica. Só que eu percebi que não ficou bom. Então a minha idéia de fazer a ligação em série foi retomar a idéia de corrente elétrica.

A – Então o que você queria com essa atividade, essa de paralelos, ...

M – Eu queria discutir de novo a corrente elétrica. Porque daí quando eu coloquei a ligação em série, voltou toda aquela questão do que que tava passando no fio, né, foi a oportunidade que eu tive de retomar realmente o que era aquela corrente elétrica.

A – E você achou que deu certo?

M – Eu fiz uma avaliação, e achei que eles melhoraram bastante, e que houve um aproveitamento, não assim de todos, né, mas eu achei que de modo geral, pode não ter ficado aquele conceito de modo, assim, exato, né? Mas que deu assim pra eles ficarem com a idéia de corrente, de tensão, ah, de tensão não sei se, mas pelo menos que existe uma coisa na pilha, de diferente de um pólo pro outro, o sentido da corrente ficou claro pra eles, acho que deu.

A – E essa atividade voltou depois nas aulas?

M – Ela voltou na forma de exercícios. Daí eu retomei na forma de exercícios.

A – E você faria essa atividade de novo com outra turma, desse jeito que ela foi feita?

M – Olha, eu faria de novo, só que nessa parte, eu não sei se não houve tempo, porque foi meio atribulado esse 2º semestre, né. Porque eu fiz essa atividade, logo... depois teve o problema da chuva lá, e eles tiveram que mudar de escola, foi muito tumultuado. Então eu

não sei se eu perdi a discussão e eu achei que talvez eu tivesse que ter deixado mais claro pra eles aqueles pontos que nós tínhamos discutido antes na preparação, entendeu? (20:00) então achei que isso... então o que que a gente mediu se passava mais corrente ou se não passava. Eu achei que poderia ter feito uma discussão melhor, uma síntese boa, né, teria ficado mais claro pra eles. Eu acho que o que eu faria é isso aí. Eu coloquei a discussão e depois ela não foi concluída. Agora falando, eu achei que foi falho.

A – Ta. Você tem alguma atividade que você fez assim, e que não tenha dado certo, que você tenha pensado, que eles não gostaram ou... que você tenha fica do frustrada?

M – que eles não gostaram?...

A – ou que você não gostou?

M – [pausa] eu acho que o meu maior problema foi exatamente esse, sabe? Por exemplo, eu fiz uma atividade na classe que foi problemática, aquela de tentar fazer a lâmpada ... aquela que você coloca sal na água e tenta fazer a lâmpada acender, essa não deu muito certo não, na hora ... A pilha também, na hora de montar aquela pilha simples, placa de cobre e placa de zinco e molhar o papel higiênico em solução de sulfato de cobre não deu certo, daí... então essas atividades que não deram certo,... na verdade, a classe, ela tentou até verificar porque não tava dando certo, entendeu? Então acho que foi positivo que acabou não dando certo. Se você levar pra esse lado talvez seja positivo, agora o que aconteceu depois é que essas coisas não foram discutidas, eu acho. Acho que foi bem aí. Porque por ex, quando eu consegui depois fazer a pilha, que eles conseguiram acender a lâmpada, eu devia ter discutido com eles então a gente tava fazendo assim, não deu certo, agora por que que deu certo, né? Eu acho que eu falhei nessas horas, agora analisando melhor, eu acho que mesmo quando uma coisa não dá certo, né... porque a pilha não de certo, mas depois na outra aula eu levei sulfato de zinco e sulfato de cobre daqui e deu certo, a lâmpada acendeu. Ficou mais assim no fenômeno do que na explicação, eu acho que poderia ter feito isso, né, por que que não deu certo antes e por que deu certo agora? O que aconteceu de diferente, eu acho que essas coisas eu poderia ter retomado. E aquela experiência também do sal na água, que eu queria que a lâmpada acendesse e a lâmpada não acendeu, o pessoal “ah, faltou sal, né, ou foi muito sal,” também teria como discutir. E depois um aluno, ele levou, ele fez, só que ele fez na tomada, né. Daí acendeu a lâmpada. E daí não foi discutido. Eu ia retomar isso aí e não retomei. Por que com sal, a água com sal, ela consegue transmitir. Água pura assim, é um pouco mais difícil de conduzir. Porque eu ia ligar isso, com o fato de, por exemplo na pilha você tem cargas, né, as cargas negativas também se movem. E aqui você tem os íons, né. Mas eu não discuti isso.

A – foi um aluno que levou a lâmpada? Iniciativa própria? (23:00)

M – Foi, eu não pedi nada, ele quis. Daí ele acendeu. Não foi discutido, né? Mas não são todos que tem essa iniciativa, são poucos. Mas eu acho que dando aulas dessa maneira, são poucos, mas eu achei muito interessante. Agora quando você dá aula de outra maneira você não tem nenhum. Que ver, nessa outra classe que eu comecei corrente elétrica esse semestre, quando eu comecei a falar sobre o átomo teve uma aluna que levou, ela tirou da internet, mas ela levou, ela tirou o texto sobre o átomo da internet, coisa que não... (28:00) e daí no dia que eu estava conversando sobre o sentido convencional da corrente, eu nem reparei, né, que eu tava tentando tirar deles (he, he) o conceito de convencional da... o sentido da corrente, eu tava tentando, tentando, e ela “ah, professora, eu achei aqui no livro”, nem vi que ela tava procurando no livro! E ela falou, olha ‘é do positivo pro negativo’, (risos), ela tava toda contente que tinha achado no livro. E daí ‘ah, é isso mesmo’, então, são coisas que não acontecem nas aulas.

Tempo total: 28:16

A – Uma aula legal, que você queira me falar.

R – Difícil, deixa eu me lembrar, espera aí – Ah, uma aula legal que eu achei foi quando eu pedi a apresentação dos trabalhos deles, dos circuitos em série e paralelo. E o que eu percebi o seguinte, ah, eu percebi a participação de todos, eu percebi interesse, eu percebi que eles conseguiam colocar idéias diferentes, entendeu? Eles utilizaram materiais diferentes, todos do grupo falaram, entendeu? A maioria eu percebi que participou da atividade, eles faziam comentários, então... e isso me chamou atenção porque foi a última aula do 2º bimestre. Não tinha mais aula, não tinha mais aluno. E os alunos foram lá e eu, eu ia só, eu ia na verdade, nessa aula, só olhar o circuito, mas só que eles fizeram apresentação. Cada grupo quis apresentar o seu, entendeu? Cada grupo quis realmente, então assim, nós ficamos em volta, o grupo ficou no centro, e eles ficaram apresentando. E veja, só, é interessante que eles fizeram, circuito em série e paralelo, todos os grupos fizeram, mas cada grupo fez comentários diferentes. Então, e eles fizeram construções com materiais diferentes então eles tinham observações diferentes. Então me chamou atenção pelo interesse deles, e não foi uma coisa – foi uma coisa assim em que eles participaram, que eles gostaram de fazer.

A – Então foi uma coisa assim, a aula estava prevista, mas a atividade não estava prevista, foi uma surpresa.

R – Não, não tava porque... eu simplesmente queria ver o trabalho de cada um. Mas só que eles foram lá e eles apresentaram, eles queriam falar como é que eles fizeram o circuito, que materiais eles usaram, que que eles acharam, o que tava acontecendo com a corrente, se o circuito estava fechado, tinha uns que tinham chavinha, uns que não tinham chavinha, entendeu? E eles prestaram atenção, então todos participaram porque como cada grupo construiu seus circuitos, então eles também queriam ver os dos colegas. Entendeu? Então foi uma aula que me surpreendeu, porque foi o final do bimestre, tanto quanto essa da eletrólise também, que eu percebi a participação. Então foi no finalzinho do bimestre.

A – E o que você acha que eles aprenderam?

R – Do quê?

A – Dessa aula.

R – Do circuito?

A - É. Dessa aula de apresentação dos trabalhos.

R – Ah, eu achei que eles aprenderam. Porque eles perceberam, por exemplo, que estava, o circuito fechado, o circuito aberto, por exemplo,... então olha, vou te falar o que eu percebo. Então o que eu percebo que é importante para o aluno nessa questão da eletricidade, do circuito, é a questão da fonte, então eles perceberam que, péra aí, para acender a lâmpada é preciso da fonte. Então eles colocaram a fonte, na tomada ou na pilha. O circuito fechado, eles perceberam que materiais eles estão utilizando no circuito. Então, quer dizer, todo material metálico, eles tiveram a preocupação dos contatos,

A – Eles falaram isso pra você? (4:00)

R – Ah, eles falaram, o circuito fecha – que eu já tinha trabalhado com a idéia, então eles usaram, e também o que eu achei interessante, que nessa aula eles usaram termos que eu já tinha trabalhado, foi uma coisa natural, porque eles fizeram, eles produziram e eu percebi que foi uma coi/ – termos que, por exemplo, que eles estavam falando, né, circuito, circuito fechado, corrente elétrica no circuito paralelo, olha, a corrente se distribui, quer dizer, num circuito em série, se tira uma lâmpada o circuito abre, ele não tá fechado, então se tira uma lâmpada as outras não acendem porque o circuito está aberto, então, eu gostei muito disso.

Porque foi uma aula em que eles deram aula, entendeu? Eu assisti uma aula deles. E foi exatamente isso, e foi a participação de todos, foi muito legal, não foi uma aula que eu dei para eles, eles me deram aula, ...

A – Então foi mais que uma avaliação.

R – Foi muito mais!

A – Você já tinha feito uma avaliação do que eles sabiam de circuitos?

R – Não. Até aí o que eu tinha feito? Então eu tinha trabalhado a questão da corrente elétrica, se não me engano eu já tinha dado aquela aula síntese, e daí eu pedi circuito em série e paralelo. Então, ó, agora vocês vão descobrir o que é circuito em série e paralelo, e vocês vão olhar nos livros, porque –

A – Ah, eles não tinham feito circuitos antes em sala.

R – Não.

A – Foi uma tarefa que eles fizeram em casa, -

R – É, é. Então é o seguinte, olha, porque, o que eu percebi é o seguinte, eh... eu ... trabalhei essa idéia da corrente elétrica, aí eles construíram circuitos simples com uma lâmpada, com a pilha, tal, né? Eles faziam os desenhos, da pilha, da lâmpada, e que o que eu percebi? Eles sentiram necessidade de representar por um símbolo, aí foi o seguinte, eu falei assim, ‘vamos simplificar o desenho? Porque é difícil desenhar uma lâmpada, uma pilha, então vamos usar esse símbolo como estão nos livros?’ Então eles começaram, quer dizer, eles perceberam que é muito mais simples usar um símbolo da eletricidade para representar os circuitos do que desenhar o circuito inteiro. Então falei, ‘ó, vocês percebem que vocês conseguem , então agora abrir um livro e entender de uma maneira mais fácil, então vocês vão olhar, e vão descobrir o que que é um circuito em série, em paralelo, e vocês vão construir e vocês vão trazer.’

A – Então você tinha um objetivo com essa atividade que era eles aprenderem –

R – O que é um circuito em série e em paralelo. É. Meu objetivo era esse. Meu objetivo era eles terem contato com esse tipo de circuito. Que eles não tinham feito comigo. Eles fizeram em casa. Também o legal é isso. (7:00) Então é legal por quê? Tem depoimentos que – ‘na minha casa, então eu tentei usar materiais diferentes,’ ‘meu pai me ajudou, nós fizemos isso, nós tentamos fazer,’ por quê? Porque na aula, não tem tempo. Então você chega na aula e trabalha o material muito rápido. Eu não tenho laboratório. Então eu tenho que chegar lá – e é tudo rápido. E eu sempre chego um pouquinho atrasada, porque eu tava numa outra sala, aí o que acontece? Eu chego lá, e ‘aí gente, vamos formar, ponham aí 4 carteiras juntas e sentem em volta, até você fazer isso, até você dar o material’... Então o que acontece? Veja só, e esse tipo de material eles trabalharam em casa, com mais liberdade, entendeu? E eu percebi que outras pessoas também participaram, acho muito interessante isso, então realmente isso me chamou atenção. Então eles trouxeram uma coisa que eles montaram em casa, que foi discutida, que eles observaram, entendeu? Inclusive eu recebi um circuito que estava errado, tava em curto, aí eles perceberam, foi interessante fazer isso. Aí nós discutimos, ‘pérai, é esse o circuito, isso é um circuito em paralelo?’ E os outros alunos conseguiram perceber. Uma coisa que o grupo não conseguiu perceber. Então, ‘ó, olha o caminho que tem por aqui, olha o que tem aqui,’ então entendeu? Então foi muito bom.

A – Por que você acha que eles ficaram tão envolvidos com a atividade?

R – Porque é uma atividade, é prática, você mexe, você vê o brilho da lâmpada, você tira uma lâmpada e vê que as outras apagam e você mexer com esse tipo de material com o aluno, ele se interessa.

A – Eles sempre se interessam por qualquer atividade prática? Ou tem alguma atividade prática que eles acham chato?

R – É, tem algumas que acabam se tornando cansativas, então, aí é que tá, a gente tem que saber o momento, eu percebi que teve algumas coisas que eu fiz que, eram atividades práticas, mas acabou se tornando cansativo. (9:30) Por exemplo, depois do 2º bimestre, no 3º bimestre comecei a fazer a leitura com o multímetro, da corrente e da tensão, então o que acontece? Eu não podia dar um multímetro para cada grupo, eu tinha que fazer, entendeu? Eu ia em cada grupo fazer a medida. Enquanto isso os outros ficavam sem multímetro. Eu tentei fazer isso, então eu passava nos grupos para ler a corrente, para ler a tensão, isso demora... então, eu tentei fazer o meu circuito e medir, e colocar para todos o valor. Mas também aí não era o circuito feito por eles. Então eu percebi que o tempo também foi pouco, porque foi o tempo de uma aula e ficou uma coisa cansativa. Teve umas aulas, na leitura da corrente e da tensão do circuito em série e em paralelo, foi alguma coisa cansativa, para mim e para os alunos foi cansativo.

A – Por causa do material, então.

R – Por causa do material, e, aí é que tá, meu objetivo também era que algum aluno soubesse fazer as medidas para me ajudar. E aí na verdade eu tinha um aluno em uma sala, mas também aí ele não colaborou muito, então, aí não foi bom, eu poderia,... não foi muito bom, então aí você percebe, que essa atividade de circuitos em série e paralelo foi muito bacana, feita por eles, mas aí quando eu comecei o 2º semestre fazendo a leitura da corrente e da tensão aí ...

A – E você retomou a atividade que eles fizeram [no fim do 1º semestre]?

R – Eu retomei, mas com o meu material, porque eu guardei os circuitos deles porque aí eu queria retomar, só que aí os circuitos eles [a equipe de limpeza da escola] tinham jogado no lixo, então eu queria retomar com o material deles, entendeu? Aí eu peguei, eu dei o meu material, a gente retomou direitinho – fez os circuitos, ...

A – E no 2º semestre, os alunos por si próprios voltaram aos circuitos que eles tinham montado?

R – Eles lembraram, quando nós fomos fazer os exercícios de circuitos, então eles lembravam, quando eu fiz os exercícios da lei de Ohm, então eles lembravam, ...

A – e você faria essa atividade de novo?

R – Faria.

A – Que que é essencial para ela dar certo?

R – É,... não é o planejamento, que o planejamento eu mudei, né, mas o que eu achei, foi a discussão, entendeu? Porque o planejamento eu alterei com base nas discussões no grupo, então, - [telefone interrompe] (15:00)

A – Então, retomando, você estava falando o que você faria para essa atividade dar certo de novo.

R – Ah, pois é, então... essa questão da corrente elétrica é muito importante. Então se eu tenho uma idéia da corrente, da fonte e do material condutor, isso é muito importante, entendeu? Então isso é um caminho que a gente tem que tentar construir com o aluno. Então eu consegui esse ano fazer essa construção, que foi no 1º semestre. Eu acredito que eu fiz, com o grupo. E eu considero isso essencial, eu tenho que tentar trabalhar... Se eu mudaria alguma coisa? Ah, sempre a gente muda.

A – Nesta atividade pontualmente, ou na preparação para ela.

R – Ah, não mudaria.

A – Agora conta de uma atividade que não deu muito certo ou que você não tenha ficado satisfeita com ela.

R – Ah, eu não consegui fazer muito bem a atividade sobre a resistência elétrica. Não estava muito claro para mim o que eu queria, porque eu fiz uma pergunta, anhh... Por que que o filamento da lâmpada brilha e o fio de cobre não brilha? Então eu fiquei com essa pergunta...

A – E os alunos, que eles acharam?

R – Não, eles não ficaram felizes, porque quando eu não fico feliz, eles não ficam felizes. Aí a professora me disse para pesquisar radiação, lembra?

A – Sim, lembrei.

R – Então, aí eu comecei a pensar, fiquei embananada e eu não consegui clarear para mim, é... é interessante isso aí, né, eu percebi que eu podia ter trabalhado de uma maneira diferente e,... olha, eu me compliquei. Então é isso, eu me senti satisfeita no 1º semestre e depois eu entrei nessa questão e eu me atrapalhei. Aí eu entrei na questão da 1ª lei de Ohm, aí entrei nos problemas, resolvi problemas com eles e eles entenderam. Mas eu acho que a questão da resistência elétrica eu não gostei. Será que eu falei o que você queria?

A – É, Eu queria só saber o que você considera importante para uma atividade dar certo.

R – Deixa eu ver outra atividade... A lei de Ohm. O que o ZP fez aqui com a gente, aquela aula. Eu tentei fazer com os alunos, mas eu não consegui, por quê? Por causa da leitura, do uso do multímetro. Então, foi difícil pra mim. Eu percebi que eu queria fazer a leitura com os grupos e não deu certo, daí eu queria fazer com o meu circuito, mas aí a participação foi outra...

A – E o resultado, como foi?

R – O resultado não foi bom.

A – Eles não aprenderam?

R – Não, nem foi isso, porque aí eles fizeram exercícios, e eu peguei exercícios do livro, então eles aprenderam, mas eu queria mais a participação deles. Então a minha idéia seria fazer a tabela, pegar a corrente, medir a tensão, variar o nº de pilhas, e que eles fizessem as leituras, entendeu? E que eles chegassem ao valor da resistência e que eles percebessem essa 1º lei de Ohm. Só que eu não consegui fazer. Então depois eu retomei, fiz os cálculos, mostrei, só que não era isso que eu queria, sabe, eu queria que eles fizessem, como aqui, em que cada dois alunos pegou os multímetros, fez a leitura, montou sua tabela, determinou a Resistência. Eu não fiquei satisfeita. Mas apesar disso, como eu usei os dados do livro, eu acho que eles entenderam, mas não foi o que eu queria.

A – E a aula expositiva, em que também não deve ter tido muita participação direta deles, foi legal?

R – Não sei.. foi legal sim, porque o que é legal, porque foi diferente das outras aulas. Porque tudo o que eu falei durante essa aula expositiva, eu já tinha trabalhado com eles a idéia. Então não foi uma coisa nova. Foi realmente assim, um fechamento de idéias. Foi importante para o aprendizado deles, porque eu retomei falas de alunos, ‘olha, você lembra o que você falou naquela aula, você lembra do seu desenho?’

A – E sobre o conteúdo do 2º semestre, você fez uma aula expositiva?

R – Não, veja, porque eu queria fazer uma aula prática antes, e não deu certo, então, porque, olha, eu poderia ter ido direto para a aula teórica, mas eu não quis, eu quis ter a aula prática antes, só que não deu certo. (23:50) [inaudível] Na verdade, com a resistência, eu não sabia onde eu queria chegar. [inaudível]

RE quis falar mais, elogiando o projeto de eletromagnetismo, ao final. Ela falou sobre conteúdos que são importantes para a vida do aluno e que ele sente isso. Acha muito bom essa participação e interesse que os alunos têm nas aulas. Falou também que o que importa mais que o conteúdo é a participação e o interesse, porque o conteúdo ele vai esquecer. Essa parte ficou inaudível no áudio, devido a barulhos de fundo.

Anexo 2: Algumas informações sobre os professores do estudo

Profª AP

Licenciatura em matemática com habilitação em Física. Atua há 2 anos em escola pública de São Paulo, em regime ACT (não concursada).

Profª CS

Licenciatura e bacharelado em Física (1975 - PUCSP). Profª de física no ensino médio durante 28 anos na mesma escola estadual da Grande São Paulo. Aposentou-se em 2005. Em 2006, trabalhou como professora eventual e assumiu uma turma em caráter extra-curricular. Iniciou Mestrado em Ensino de Física em 2004, na USP.

Profª MH

Licenciatura em Física. Atua há mais de 30 anos em escola pública de Avaré Paulista.

Profª MO

Bacharelado e licenciatura em matemática (1991 – PUCSP) com habilitação em física. Atua há 9 anos em escolas públicas de São Paulo, em regime ACT (não concursada).

Profª PA

Licenciatura em Matemática (1998 – IME-USP) com habilitação em física. Atua há 5 anos em escolas públicas de São Paulo.

Profª RE

Bacharelado e licenciatura em Física (1986 – PUCSP). Atua há 20 anos na mesma escola estadual da Grande São Paulo.

Profª RO

Licenciatura em Física (1980 – Fac. Farias Brito, atual UniGuarulhos). Atua como professora de Física de escola pública estadual de São Paulo há 22 anos.

Profª SZ

Licenciatura em Biologia (1972 – Universidade OMEC, Mogi das Cruzes). Atua há 32 anos em escolas públicas de São Paulo.

Profª SU

Licenciatura em física (1974 – PUCSP). Atua há 33 anos na mesma escola estadual de São Paulo. Aposentou-se em 1998 e, desde então, compõe um segundo cargo como coordenadora pedagógica.

Anexo 3: Avaliação feita por SZ

AVALIAÇÃO: CORRENTE ELÉTRICA

1. Desenhe:

- as 3 montagens com 1 fio
 - e 1 montagem com 2 fios
- que permitiram acender a lâmpada.**

A visualização do circuito interno de uma lâmpada incandescente tem um papel importante nesse processo.

A lâmpada acende:

- invertendo as terminais da lâmpada (conectando a rosca ao invés da base)
- ou colocando a lâmpada no outro pólo (negativo) da pilha?

Justifique sua resposta.

R – Sim, o importante é que se estabeleça um circuito fechado, onde o “mar de elétrons” dos átomos da estrutura metálica possa trafegar livremente pelo metal e, sob tensão, movimentarem-se ordenadamente, num sentido preferencial.

2. Quais partes da lâmpada e da pilha devem ser ligadas para que a lâmpada acenda?

R – Há 2 pontos de contato na lâmpada (rosca metálica e base metálica) que devem ser ligados, cada um em um dos pólos da pilha. Qualquer forma que torne isso possível, valendo-se apenas de um fio cabinho é válida.

3. O que ocorre quando um dos fios perde o contato com a lâmpada ou a pilha

R – A lâmpada se apaga, porque o circuito está aberto: a corrente elétrica não circula porque o filamento perdeu o contato com a lâmpada ou a pilha.

4. A – Enumere as partes da lâmpada feitas de materiais bons condutores de eletricidade

R – Os 2 terminais da lâmpada: a base metálica (Pb – Sn – Sb) e a rosca metálica (Zn), as hastes metálicas (Fe – Ni – Cu) no interior da lâmpada e o filamento de tungstênio (W), sustentados pelas hastes.

Materiais que possuem elétrons livres, que se movem com relativa facilidade porque estão mais fracamente ligados ao núcleo, são considerados bons condutores de eletricidade, por isso, utilizam-se o alumínio, o cobre e o estanho, na fabricação de fios, contatos e equipamentos elétricos.

B – Enumere as partes da lâmpada feitas de materiais isolantes, ou seja, maus condutores de eletricidade.

R – A resina plástica de cor preta que separa a rosca metálica e a base metálica da lâmpada: - sem esse material isolante entre os terminais da lâmpada, não haveria um caminho metálico bem definido que permitisse a ligação entre os pólos da pilha, através do fio condutor.

O vidro do bulbo que envolve todo caminho metálico, contendo Ar ou Ne, gás inerte que impede que o filamento se queime com facilidade.

Esses materiais também são importantes na fabricação de equipamentos elétricos, para isolar eletricamente uma das partes e também por questão de segurança, para que possamos segurar sem levar choque.

A pilha também contém isolantes: areia, resina, serragem, disco de papel. A pilha é construída de tal modo que, a única forma do excesso de elétrons no recipiente de zinco, se encontrar com o bastão de grafita, onde há falta de elétrons é ligando os pólos externos de uma pilha.

Materiais com arranjo atômico ou molecular que dificulta a movimentação dos elétrons, porque os elétrons estão ligados mais fortemente aos núcleos e não podem se mover de um lugar para outro, são considerados maus condutores de eletricidade ou isolantes.

5. Por que o filamento da lâmpada é feito de tungstênio?

R – Porque é um metal :

- que suporta uma temperatura muito alta (Ponto de fusão= 3395°C) sem se derreter

- possui uma grande quantidade de elétrons ($_{74}\text{W}$ - em cada cm^3 de cobre, existem cerca de 10^{22} elétrons, imagine a quantidade de elétrons em cada cm^3 de tungstênio)

- tem um arranjo geométrico cristalino dos íons (cúbico de corpo centrado) que facilita o movimento dos elétrons livres em sua estrutura.

6. O que é um circuito elétrico?

R – Circuito elétrico é um conjunto de elementos elétricos (pilha – fios –lâmpada), ligados entre si, onde existe pelo menos um caminho fechado ao longo das ligações.

7. Para que um circuito elétrico funcione é necessário que esteja fechado. O que isso significa?

R – Significa que todos os condutores desse circuito devem estar convenientemente ligados, para que a corrente elétrica percorra todo o circuito, transportando energia da fonte à lâmpada.

8. Quando o filamento de uma lâmpada incandescente se rompe, dizemos que ela “queimou”. Na lâmpada “queimada” o circuito está aberto ou fechado?

R – O circuito está aberto.

9. Por quê os elétrons se movimentam em um circuito elétrico?

R – Os elétrons se movimentam porque há uma diferença de potencial, ou seja, uma diferença de cargas:um pólo sempre com excesso de elétrons e o outro pólo sempre com falta de elétrons

10. O que acontece com o brilho da lâmpada quando conectamos duas pilhas em série ao circuito?

R – Ligando 2 pilhas em série, teremos uma maior voltagem sendo fornecida ao circuito (3V ao invés de 1,5 V). Isso significa maior energia fornecida à corrente elétrica.

Como a corrente elétrica irá transportar mais energia, a lâmpada irá brilhar mais.

Existe, ainda, uma 2ª. razão para o aumento do brilho da lâmpada; - com maior voltagem, a intensidade da corrente também será maior, aumentando ainda mais, a energia que chega a lâmpada.

11. Podemos aumentar indefinidamente o número de pilhas ligadas à lâmpada sem danificá-las?

R – Não. Aumentando excessivamente a tensão da fonte, teríamos uma intensidade de corrente capaz de queimar o filamento da lâmpada. Por isso, antes de ligar uma lâmpada ou qualquer outro aparelho elétrico a uma fonte, devemos saber qual a voltagem a que o aparelho deve ser submetido, para funcionar normalmente.

12. Como são feitas as baterias de 9 V?

R – As baterias de 9 V é um conjunto de 6 pilhas de 1,5 V, ligadas em série, ou seja, com o pólo positivo de uma ligada ao pólo negativo de outra.

O nome bateria indica um conjunto de pilhas ligadas em série.

13. As baterias de carro tem 12 V, como são feitas?

R – As baterias de 12 V é um conjunto de 6 pilhas de 2 V, ligadas em série . Possuem eletrodos à base de chumbo e de óxido de chumbo, imersos em uma solução de ácido sulfúrico. O ácido reage com o chumbo e com o óxido de chumbo, formando sulfato de chumbo e água

Esse tipo de bateria possui uma corrosiva solução aquosa de H_2SO_4 com $d = 1,28 \text{ g/cm}^3$ e 38 % em massa de H_2SO_4 .

Quando $d = 1,20 \text{ g/cm}^3$, a bateria está praticamente descarregada.

Em uso contínuo, dura poucas horas. No carro, porém, ela funciona durante curtos espaços de tempo, sendo constantemente recarregada pelo alternador

B – Por quê periodicamente colocávamos água destilada na bateria?

R – Por causa da decomposição da água da solução, um dos problemas técnicos das constantes descargas efetuadas pelo alternador.

C – Bateria selada: o que é isso?

R – Não necessitam da adição de água destilada durante sua vida útil.

Recentemente descobriu-se, porém, que a adição de 0,07% de Ca aos eletrodos de chumbo reduz bastante a decomposição da água..

14. O que se entende por ligação em série?

R – Ligação em série é aquela em que a mesma corrente elétrica passa por todos os pontos do circuito: só há um caminho metálico fechado.

15. O que acontece com o brilho das lâmpadas conectadas em um circuito em série?

R – O brilho da cada uma das lâmpadas ligadas em série é bem menor do que o brilho de apenas 1 ligada à mesma fonte: as lâmpadas brilham com menor intensidade.

B. Como você explica esse resultado?

R – A 2ª lâmpada “rouba” parte da energia entregue pela pilha ao circuito, diminuindo a energia transformada em calor e luz que pode ser obtida quando apenas uma lâmpada está ligada ao circuito.

Além disso, a 2ª lâmpada aumenta a resistência ou a dificuldade da fonte de energia elétrica em estabelecer uma corrente elétrica no circuito.

Menor corrente elétrica significa, menos energia transmitida da fonte para o circuito.

C. Desligando uma das lâmpadas, desconectando um dos fios, o que acontece com a outra lâmpada?

R – A outra lâmpada se apaga.

Os elétrons têm de passar por todas as lâmpadas num único caminho. Se um ponto do caminho

for desconectado, estaremos abrindo o circuito e, assim, impedindo a passagem de corrente elétrica.

16. Se queimar 1 lâmpada de uma árvore de natal, como ficarão todas as outras?

R – Todas irão apagar porque estão ligadas em série: se um ponto do caminho for rompido, não haverá passagem de corrente elétrica.

17. Em que condições se diz que a ligação é em paralelo?

R – Diz-se que a ligação é em paralelo quando a corrente elétrica circula em cada lâmpada e retorna à fonte de eletricidade sem passar pelas demais: existindo caminhos independentes que conectam cada lâmpada aos 2 pólos da fonte.

18. O que acontece com o brilho das lâmpadas conectadas em um circuito em paralelo?

R – O brilho das lâmpadas ligadas em paralelo é igual ao brilho de apenas 1 ligada à mesma fonte, portanto, com brilho mais intenso em relação às lâmpadas do circuito em série.

B. Como você explica esse resultado?

R – Os elétrons podem circular por caminhos alternativos.

C. Desligando uma das lâmpadas, desconectando um dos fios, o que acontece com a outra lâmpada?

R – A outra continua acesa.

No circuito com 2 lâmpadas ligadas em paralelo, existem 2 caminhos independentes que conectam cada lâmpada aos 2 pólos da fonte. Ao desligar um deles, o outro permanece funcionando normalmente.

19. Nas casas, quando apagamos a lâmpada de 1 cômodo, todas as lâmpadas da casa também se apagam? Justifique.

R – Quando apagamos a lâmpada de um cômodo, não desconectamos o resto do circuito da casa..

O circuito que liga essa lâmpada é, portanto, independente, ou seja, está em paralelo com outros circuitos, também conectados aos fios que levam até o relógio medidor do consumo de energia elétrica.

20. Como você acha que lâmpadas e aparelhos domésticos de uma residência estão conectados: em série ou em paralelo? Por quê?

R – Em paralelo. Se estivessem conectadas em série, quando uma lâmpada ou um aparelho “queimasse” ou fosse desligado, os outros também parariam de funcionar.

21. Quais as vantagens das ligações em paralelo?

R – As vantagens das ligações em paralelo são:

a – o brilho das lâmpadas é sempre o mesmo, não diminuindo com o aumento do número de lâmpadas

b – quando uma lâmpada queima as outras não apagam, pois os circuitos das demais não são interrompidos

22. Compare as situações em que utilizamos 2 lâmpadas ligadas em paralelo e apenas 1 ligada à fonte. Em qual dessas 2 situações as pilhas irão se descarregar mais rapidamente? Justifique.

R – A pilha irá se desgastar mais, onde houver maior “consumo”, ou seja, transformação de energia química em calor e luz.

No circuito com 2 lâmpadas ligadas em paralelo, a corrente que passa pela fonte, será 2 vezes maior do que a corrente estabelecida no circuito no qual há apenas 1 lâmpada ligada.

23. A eletricidade é um fenômeno físico, mas as pilhas e baterias, que geram eletricidade, baseiam-se em fenômenos químicos. Certo ou errado. Justifique sua resposta.

R – Certo. As pilhas e baterias produzem eletricidade através de reações químicas entre determinados componentes, como por exemplo, metais e sais, com formação de novas substâncias

A eletricidade é um fenômeno físico porque é decorrente da corrente elétrica, ou seja, do movimento dos elétrons livres num fio condutor.

24. Quanto mais espesso for um fio metálico, maior é a sua resistência. Certo ou errado. Justifique sua resposta.

R – Errado. pois, se o fio for mais espesso, a eletricidade terá mais facilidade de fluir através dele, ou seja, a resistência elétrica é inversamente proporcional à área da seção reta do condutor.

25. Quando a corrente elétrica passa em um condutor, como por exemplo, um resistor, o condutor se aquece. Esse aquecimento é útil ou prejudicial? Justifique sua resposta.

R – O aquecimento de um condutor, quando por ele passa uma corrente elétrica pode ser útil ou prejudicial

É útil quando necessitamos de uma fonte de calor, como por exemplo, no chuveiro elétrico que aquece a água, no ferro de passar roupa, e na torneira elétrica.

É prejudicial, por exemplo, quando o aquecimento ocorre em condutores de aparelhos eletrônicos.

26. A – O que indica a ddp= tensão elétrica= voltagem especificadas nas fontes de energia: pilhas= 1,5 V – baterias= 9 V – baterias de carro= 12 V?

R – Indica a quantidade de energia fornecida pela fonte a cada unidade de corrente elétrica.

O potencial de um eletrodo depende da concentração dos íons da solução.

B- O que acontece se aumentássemos a concentração dos íons Cu^{2+} na solução?

R – O Princípio de Chatelier mostra claramente que o equilíbrio seria deslocado para a esquerda, favorecendo o processo de oxidação e aumentando, portanto, o potencial de oxidação.

Assim, generalizando: - maior concentração \rightarrow maior potencial de oxidação

Haverá ddp sempre que:

- o circuito apresentar eletrodos com metais diferentes
- ou até com metias iguais, mas em diferentes temperaturas
- ou em soluções de diferentes concentrações

Podemos concluir, então, que é fácil construir uma pilha, pois uma ddp entre 2 eletrodos pode ser facilmente obtida.

27. Qual a diferença entre tensão e corrente elétrica?

R – Tensão é o desnível elétrico gerado pela diferença de cargas elétricas negativas e positivas.

Corrente elétrica é o fluxo dessas cargas elétricas através de um fio condutor.

28. Qual a tensão elétrica de sua casa? É a mesma em todos os cômodos e em todas as tomadas?

R – A resposta esperada é 110 V ou 220 V dependendo da região onde o aluno mora.

Nem sempre as tomadas possuem a mesma tensão. Numa casa com tensão 110 V em geral, as tomadas do chuveiro e da torneira elétrica são de 220 V.

29. O que acontece quando ligamos aparelhos fabricados numa certa tensão em tomadas de tensão diferente?

R –Um aparelho com especificação para uma tensão de 110 V, quando ligado a uma tensão de 220 V, terá uma quantidade extra de energia para cada unidade de corrente, que circula em seu interior. Essa energia excessiva, irá, provavelmente, “queimar” o aparelho, interrompendo a passagem de corrente elétrica. Sofre avaria permanente, necessitando de reparo ou reposição.

Por outro lado, um aparelho especificado para funcionar a uma tensão de 220 V, quando ligado a uma rede de 110 V, não terá energia suficiente para seu funcionamento normal. Se for uma lâmpada, terá um brilho tênue, se for um motor, irá girar com baixa rotação, se for um aparelho, não sofrerá danos, mas terá seu funcionamento prejudicado ou, simplesmente, não funcionará.

30. Como podemos diminuir a tensão de uma corrente elétrica?

R - A tensão pode ser diminuída através de resistores colocados nos circuitos elétricos. Esses resistores dificultam a passagem da corrente elétrica, diminuindo assim a tensão.. Essa diminuição também pode ser feita através de transformadores.

31. Quais os fatores que influem na resistência à corrente elétrica?

R – Os fatores que influem na resistência à corrente elétrica são:

- a – comprimento e espessura do fio
- b – material de que o fio é feito.

32. Como as pilhas secas produzem eletricidade?

- R – a – Na pilha seca, a água reage com o cloreto de amônio, formando o ácido clorídrico
- b – Este ácido, por sua vez, reage com a placa de zinco, forma cloreto de zinco e libera íons de hidrogênio H^+
- c – Os íons se acumulam no bastão de carvão, que se torna eletricamente positivo.
- d – A placa de zinco, por outro lado, torna-se negativamente carregada, pois recebe um acúmulo de elétrons.
- e – A eletricidade é então produzida quando ocorre a ligação do zinco com o carvão, havendo uma movimentação de elétrons (corrente elétrica)

33. O que é corrente elétrica, nos sólidos metálicos?

R – É um movimento global dos elétrons livres (do metal mais reativo para o cátion do metal menos reativo e do fio condutor), pela ação de uma ddp, criado por uma fonte de energia externa, numa direção e sentido preferencial..

34. Qual o sentido do movimento dos elétrons livres?

R – É do ânodo (pólo negativo devido ao acúmulo de elétrons) ao cátodo (pólo positivo devido a falta de elétrons)

35. Qual o sentido da corrente elétrica em um circuito metálico, mantida por uma pilha ou bateria?

R – É o inverso ao do movimento dos elétrons livres.

Isso é uma convenção, para que todos possam se comunicar corretamente em eletrodinâmica.

Sempre que se ver uma seta indicando o sentido da corrente elétrica num circuito, deve-se lembrar de que, os elétrons estão se deslocando em sentido oposto, conhecido como sentido eletrônico da corrente elétrica.

36. Por quê o fio esquenta, quando é percorrido pela corrente elétrica?

R – Sob a ação do campo elétrico, os elétrons livres são acelerados e chocam-se com os cátions da rede cristalina. A isso se chama resistência do material à passagem da corrente elétrica.

Com isso, parte da energia que o elétron recebeu da fonte, é transferida para a rede cristalina, que aumenta a taxa de agitação das partículas, elevando a temperatura do metal (aquecimento)

Os fios condutores pouco se aquecem, pois não há dificuldades à passagem dos elétrons, como ocorre com o filamento.

37. Observe a ilustração.**O que significa a numeração indicada na pilha?**

R – Indica a diferença de potencial (ddp), ou seja, a quantidade de energia fornecida a cada unidade de corrente elétrica.

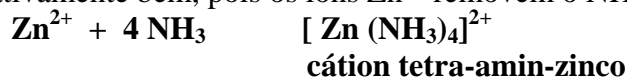
A que grandeza física corresponde?

R – 1,5 V.

38. O que ocorre com o uso diário das pilhas comuns?

R – A amônia (NH₃) formada na semi-reação do cátodo, envolve o bastão de grafita, dificultando a descarga e, com isso, diminuindo a voltagem.

Retirando essa pilha do aparelho, após certo tempo, ela irá funcionar de novo, relativamente bem, pois os íons Zn²⁺ removem o NH₃



39. Por quê pilha seca?

R – A expressão pilha seca é apenas uma designação comercial que foi criada há muitos anos para diferenciar esse tipo de pilha (revolucionário na época) das pilhas então conhecidas, que utilizavam recipientes com soluções aquosas, como a pilha de Daniell.

40. Cuidado: - esta pilha vaza! Justifique.

R – Fabricantes de produtos eletrônicos recomendam que não se deixem as pilhas sem uso dentro dos aparelhos durante longos períodos.

Isso porque ocorrem lentas reações de oxirredução que podem atacar o invólucro de Zn⁰, causando sua ruptura e um conseqüente vazamento da corrosiva pasta ácida, o que provocará sérios danos aos aparelhos eletrônicos

41. A - A pilha ácida recarrega na geladeira ou em água quente?

R – A pilha volta a funcionar durante algum tempo. Você poderá pensar que ela recarregou, mas isso não acontece.

Analise a semi-reação do cátodo e observe que há formação do gás amônia (NH₃). Esse gás recobre o eletrodo e faz a pilha terminar mais rapidamente..

Ao deixar a pilha em repouso dentro da geladeira, a baixa temperatura fará com que o gás amônia descubra o eletrodo de grafite, porque favorece a solubilidade da amônia na pasta úmida e, assim, a descarga ocorre mais facilmente e, com isso, a pilha irá funcionar durante mais alguns minutos.

B – Mas, o que ocorre se colocarmos a pilha gasta em água quente?

R – Nesse caso, o aumento de temperatura provavelmente irá favorecer a perda de elétrons no ânodo, fazendo com que a pilha funcione por mais tempo.

42. Por que as pilhas deixam de funcionar?

R - A ddp mantida pelo gerador é o fator mais importante para justificar a existência de um fluxo de elétrons em um circuito fechado. No caso das pilhas a ddp vai diminuindo até chegar praticamente a zero. Nesse momento, as pilhas deixam de funcionar e uma das razões mais importantes para que isso ocorra, não é o esgotamento dos reagentes, mas a variação das concentrações dos íons participantes. Por exemplo, à medida que a pilha Zn – Cu for sendo utilizada, Zn²⁺ aumenta e Cu²⁺ diminui.

43. O que são pilhas não –recarregáveis?

R – São pilhas descartáveis, que possuem a última semi-reação irreversível

44. A - O que são pilhas recarregáveis?

R – É recarregável quando todas as suas semi-reações são reversíveis.

A recarga de uma pilha consiste basicamente em fazer com que as semi-reações dos eletrodos ocorram em sentido inverso. Ou seja, a pilha deve funcionar de forma contrária durante a recarga, e sua reação global deve ser inversa daquela que existiu durante a recarga espontânea.

B – Mas, como isso ocorre?

R – A recarga é feita instalando-se um gerador externo com uma ddp maior que a ddp da pilha padrão original. A montagem desse novo circuito, deve obedecer a uma regra fundamental: -o pólo negativo do novo gerador deve ser ligado ao pólo negativo da pilha a ser recarregada. É isso que os físicos chamam de ligação em oposição.

Nessas condições, a pilha descarregada funcionará como receptor da energia elétrica transferida pelo gerador externo.

45. A - O que são pilhas alcalinas?

R – Esse nome se deve ao fato de funcionarem com uma pasta básica em que o NH_4Cl é substituído por KOH ou NaOH .

B – Por quê as pilhas alcalinas duram mais?

R – Duram cerca de 5 vezes mais que as tradicionais pilhas ácidas.

Tal duração pode ser justificada :

- pela ausência do gás amônia (NH_3)
- por uma maior condutividade elétrica do KOH em relação ao NH_4Cl
- e pelo fato do eletrodo de Zn^0 sofrer um desgaste mais lento em meio ácido.

46. Qual a bateria dos telefones celulares?

R – É a bateria de níquel-cádmio.

A grande vantagem desse tipo de bateria é que :

- pode ser recarregada milhares de vezes
- além de manter a ddp (1,44 V) razoavelmente constante durante a descarga.

47. E as baterias do futuro?

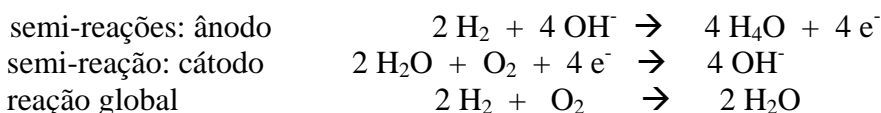
R – Intensas pesquisas em Eletroquímica apontam para baterias cada vez mais duráveis e com baixa manutenção.

Muitos cientistas acreditam que a recentes pilhas de combustível serão importantes fontes de energia para nossa sociedade.

Pilhas de combustível são aparelhos em que os reagentes são continuamente injetados durante o processo de oxirredução, ou seja, elas nunca se gastam

A pilha de combustível H_2/O_2 utiliza níquel e óxido de níquel como catalisadores.

Há vários tipos de pilha de combustível, mas os programas espaciais norte-americanos, como as missões Apollo e Gemini, utilizaram os gases hidrogênio e oxigênio (ddp= 1,23 V)



Observe a grande vantagem do processo: o produto final é água

Pilhas de combustível já estão sendo usadas como geradores de emergência em edifícios e em carros “movidos a hidrogênio”

48. Como você imagina um fio de metal, internamente, sem corrente elétrica/

R – Quando o fio de cobre está desconectado de uma fonte, a disposição dos cátions é organizada, regular, formando um arranjo geométrico tridimensional, denominado retículo cristalino e um grande número de elétrons livres, movimentam-se de forma desordenada, em todas as direções, pulando de um cátion para outro, por causa das interações elétricas dos elétrons livres com o núcleo atômico e com outros elétrons.

Nesse caso, entende-se por interação, a atração ou repulsão elétrica, dos elétrons livres com as demais cargas, que constituem o fio.

49. Qualquer movimento dos elétrons livres, constitui uma corrente elétrica?

R – Não. A esse movimento caótico dos elétrons livres no interior de um fio desconectado, não constitui corrente elétrica.

50. O que é preciso para que a corrente elétrica se forme?

R – É preciso que se estabeleça uma diferença de potencial entre 2 pontos do condutor e os milhares de elétrons livres se desloquem em uma direção e sentido preferencial

51. O que são elétrons livres?

R – São elétrons altamente energizados que se localizam em órbitas eletrônicas ou níveis de energia mais afastados e, por isso, mais fracamente ligadas ao núcleo, que escapam do átomo e que ficam envolvendo a estrutura como uma nuvem eletrônica, dotados de um certo movimento, desordenado, e por isso, denominados elétrons livres.

52. O que é ddp?

R – É uma tendência em estabelecer uma união, apresentada por cargas de sinais opostos que foram separadas: eletros livres e cátions. Portanto, a ddp ou tensão das cargas corresponde a energia potencial adquiridas por elas, durante sua separação.

53. O que é força eletromotriz?

R – É a força que mantém a ddp constante porque consegue manter o acúmulo de carga negativa no Zn, através das reações químicas que ocorrem dentro da pilha.

Certo dia, caminhando com um discípulo, Mullá Nasrudin viu, pela primeira vez na vida, uma linda paisagem refletida em um lago.

"Que maravilha!", exclamou. "Mas se ao menos, se ao menos..."

"Se ao menos o quê, mestre?"

"Se ao menos não tivessem colocado água no lago!"