



ANÁLISE DA EXPRESSÃO E COOPERAÇÃO NA SALA DE AULA: INSTRUMENTO PARA O PLANEJAMENTO DE ATIVIDADE

ANALYZING STUDENT'S EXPRESSION AND COOPERATION IN THE CLASSROOM: AN INSTRUMENT FOR PLANNING

Renata Pojar¹

Barbara Bianca Gerbelli², Vera Bohomoletz Henriques³

¹ Instituto de Física da Universidade de São Paulo- FGE renata.pojar@usp.br

² Instituto de Física da Universidade de São Paulo- FEP barbara.bianca@usp.br

³ Instituto de Física da Universidade de São Paulo- FGE vhenriques@if.usp.br

Resumo

A formação inicial de professores não é completa sem a formação prática. A formação prática envolve atuar na sala de aula, atuar em situação de aprendizado junto a alunos e professores. Aprender a refletir e modificar a atuação na sala de aula envolve a investigação desta atuação. Neste estudo, licenciandos em Física analisam a linguagem e a atitude de seus alunos com o objetivo de avaliar as atividades que propuseram para a sala de aula. Os dados de observação foram coletados de uma atividade realizada durante um curso de extensão para professores de Física no ensino médio da rede pública do Estado de São Paulo.. O curso foi organizado e ministrado pelos autores deste trabalho, licenciandas e coordenadora que compõem parte do grupo Experimentando, associado ao PROFIS, espaço de pesquisa para licenciandos em Física, do IF-USP, que tem como objetivo a formação dos próprios licenciandos.

Palavras-chave: Formação inicial prática – Aprendizagem e atividade coletiva – Investigação da ação

Abstract

Initial formation of teachers is incomplete without practical training. Practical training includes acting in the classroom, in learning situations which must involve students and teachers. Learning to reflect about action in the classroom requires investigation of this action. In this study, undergraduate

students in training for teaching Physics analyse the language and the attitude of their students in order to evaluate the activity proposed for the classroom.. Data were collected from an activity in a summer course for senior teachers of public schools in the State of São Paulo. The course was organized and taught by the authors of this study, teachers in initial training and University staff engaged in the project “Experimenting”, designed for development of pedagogical material at PROFIS – a research

Keywords: Practical initial training for teachers – learning and collective ‘action – Investigation of action

INTRODUÇÃO

As exigências atuais dos currículos escolares apontam para uma mudança de perfil na formação do professor. Além de dominar o conteúdo específico de sua área, o futuro professor deve desenvolver conhecimentos relacionados ao processo de ensino e aprendizagem. Assim, inovação curricular é uma mudança significativa em alguns dos aspectos curriculares: projeto pedagógico de curso, introdução de disciplinas, estratégias de aula, métodos de aula, formas de abordar o conteúdo, relação com o conhecimento, formas de avaliação, orientação de alunos, relação professor–aluno, relação aluno-aluno, relação com a comunidade. [1]

Como exigir que nas escolas de Ensino Médio, as implementações dos novos currículos venham a ser inovadoras, se a formação de futuros professores e daqueles que já exercem a profissão foram didaticamente inadequadas? A partir desta visão contemporânea dos currículos escolares, no âmbito da Universidade de São Paulo foi elaborado o Programa de Formação de Professores da USP (PFPUSP, 2004), que recomenda para os cursos de formação de professores trazerem a prática pedagógica para o início dos mesmos, através da criação de uma estrutura de grade curricular que permita momentos de integração entre atividades pedagógicas e de aprendizado do conteúdo específico.

Antecipando o próprio PFPUSP, surgiu, em 2003, no Instituto de Física da USP, responsável pela formação de cerca de 70 licenciandos em Física por ano, o Espaço de Apoio, Pesquisa e Cooperação de Professores de Física (PROFÍS). No âmbito do PROFIS foi criado o grupo “Experimentando”, constituído inicialmente por alunos da Licenciatura em Física e docentes e educadores do Instituto de Física. Teve-se como objetivo inicial o desenvolvimento de material didático para ensino básico que envolvesse dois pontos fundamentais: o experimento qualitativo e a discussão conceitual, apoiados na necessidade de integração teórico-prático na formação de professores (GARCIA, 1998). O desenvolvimento deste material é efetuado pelo grupo através de pesquisa, aperfeiçoamento e adaptação de experimentos existentes, de discussões da fenomenologia e das teorias físicas envolvidas, a partir das quais são elaborados roteiros semi-abertos (TAMIR, 1991). As escolhas de conceitos a serem explorados nas atividades propostas tiveram como foco principal a abordagem qualitativa, tendo os roteiros sido elaborados com perguntas conceituais, cuja função primordial é permitir a livre expressão do aluno das idéias físicas. Para testar e divulgar o material didático desenvolvido, foram organizados cursos de férias de verão e de inverno para professores do ensino básico, desde 2005.

A evolução do projeto demonstrou possibilidades não cogitadas: o encontro da formação inicial, dos licenciandos, com a formação continuada, nos cursos de extensão, dos professores em exercício. Este encontro implica na troca de experiência entre os que estão enfrentando o dia-a-dia da sala de aula, de suas reflexões e inquietações a partir de sua vivência como educadores, e aqueles que se preparam para a docência, plenos de idéias e expectativas. Os licenciandos participam da elaboração de atividades para a sala de aula e depois aplicam-nas numa sala de aula em que os alunos são professores. A reflexão conjunta, em torno da realização e da avaliação das próprias atividades de sala de aula em que os dois grupos trocam de papéis permite levantar, a partir da prática, uma série de questões concretas a respeito de objetivos para o planejamento de atividades para a sala de aula e da avaliação destas atividades e do papel do professor após o desenvolvimento das atividades na prática. O trabalho de análise da atividade coletiva representa uma possibilidade concreta de formação prática dos licenciandos.

Neste trabalho em andamento, propomo-nos examinar o discurso e a atitude dos alunos durante atividade em sala de aula, para avaliar em que medida o objetivo proposto para a mesma, de um ambiente de observação de fenomenologia, livre expressão e troca de idéias pode ser alcançado. Durante as atividades, propõe-se que os participantes do curso façam observações dos fenômenos estudados e expressem suas interpretações a partir das teorias às quais foram expostos, criem modelos microscópicos através de representações macroscópicas, baseados nas leis físicas que conhecem. A análise apresentada neste estudo foi efetuada com dados coletados durante uma das atividades do curso de extensão para professores em janeiro de 2009. O material analisado sugere alterações da atividade proposta que serão testadas no curso de atualização de julho de 2009. Novos dados coletados serão comparados com os dados já analisados.

O PROBLEMA

i. Material didático: experimentação, discussão, formação de quadro conceitual

A melhora do ensino de física passa pela inserção de aulas práticas no currículo. É um erro confundir atividades prático-experimentais com a necessidade de um recinto com equipamentos especiais para a realização de trabalhos experimentais, uma vez que podem ser desenvolvidas em qualquer sala de aula, sem o imperativo de aparelhos sofisticados (BORGES, 2002). Os experimentos desenvolvidos pelo grupo Experimentando envolvem a manipulação de experimentos simples a partir de materiais de baixo custo, que, por outro lado, visam a exploração dos aspectos conceituais relacionados à fenomenologia observada. Vários roteiros propõem também atividades de modelamento e representação, com o propósito de mobilizar o envolvimento do aluno, de modo a fazê-lo expressar suas idéias e percepções. A riqueza desse tipo de atividade está em propiciar ao estudante a oportunidade de trabalhar com um exercício de simbolização (BORGES, 2002). Desse modo, o objetivo das atividades prático-experimentais é explorar fenômenos e conceitos, numa atividade investigativa e não de mera constatação. Para isso, o estudante tem que construir uma nova atitude, sendo co-responsável pela investigação dos fenômenos e dos conceitos estudados. Graças às atividades experimentais, o aluno é provocado a não ficar no mundo dos conceitos e no mundo das linguagens, tendo a chance de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico. Compreende-se, então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o estudante, uma vez que elas dão um apropriado significado ao mundo abstrato e formal das linguagens (SÉRÉ, 2003). O aluno só conseguirá questionar o

mundo, manipular os modelos se ele mesmo entrar nessa dinâmica de decisão, de escolha, de inter-relação entre a teoria e o experimento. Pode-se assim dizer que por meio de atividades experimentais o aluno consegue mais facilmente ser “ator” na construção da ciência (SÉRÉ, 2003).

ii. Planejando e avaliando atividades planejadas para a sala de aula

Segundo Giordan, a obtenção de um saber conceitual se dá de maneira progressiva. Esta pode ser identificada através das concepções dos alunos e da maneira como elas evoluem em relação ao saber científico. Supõe-se que incitar contradições seja uma maneira de ajudar o aluno a evoluir em sua concepção inicial, levando o mesmo a explicações mais amplas, com novos elementos antes não analisados (COELHO, 2000).

As pesquisas sobre ensino-aprendizagem de ciência produziram evidências de que as crianças trazem para a escola um conjunto de concepções sobre vários aspectos do mundo, mesmo antes de qualquer iniciação à ciência escolar. Estes conceitos espontâneos são adquiridos a partir de sua inserção na cultura comum e da experiência do dia-a-dia com fenômenos, e, frequentemente, interferem com a aprendizagem dos conceitos científicos (BORGES, 2002). Assim, é necessário que o professor leve em conta os conceitos espontâneos de seus alunos, deixando que se manifestem livremente nas discussões em sala.

Segundo Vigotski os conceitos espontâneos e científicos (VIGOTSKI, 1982) percorrem um longo caminho até a generalização, que é a transferência do conceito, pelo sujeito, para novas situações. O conceito científico é construído no contexto escolar em que o professor fornece informação, questiona, faz o aluno explicar aquilo que foi observado. Nesse processo, em que o aluno usa o conceito ainda em formação, de forma consciente, este vai tornar-se familiar para o aluno. Já o conceito espontâneo forma-se na vivência cotidiana, sem consciência de sua formação. A generalização, em ambos os casos, requer a utilização do conceito e de sua expressão verbal, durante as várias etapas de construção. O uso da palavra, na adolescência, como meio para a formação de conceito é determinante na mudança do processo intelectual que ocorre nesta fase da vida. Neste estudo, interessa-nos olhar para o ensino de física sob esta perspectiva. A livre-expressão do aluno é o caminho para a possibilidade de formação de conceitos verdadeiros, no sentido utilizado por Vigotski (ALVES, 2005 e MOYÉS, 1997). Assim, a fala do professor é essencial para dar início ao processo de formação de conceitos, ao passo que a fala do aluno, livre, não dirigida, com liberdade de criação, em interação com a fala do professor, é essencial para que este processo se complete.

Por outro lado, como avaliar se este processo complexo está ocorrendo? Como o professor avalia se as atividades que propõe e realiza levam à construção de conhecimento sobre a fenomenologia, à manifestação livre de conceitos espontâneos e à colaboração entre alunos e aluno-professor na construção de um quadro conceitual, à auto-monitoração (NATIONAL Science Education Standards, 1995)? É preciso que o professor construa instrumentos de avaliação das atividades que planejou e que leva para a sala de aula.

METODOLOGIA

A coleta de dados para análise foi realizada durante o curso de extensão para professores oferecido pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IF-USP) em janeiro de 2009. O tema do curso era a Física Moderna, com duração de uma semana e um total de 45 horas. Os temas abordados foram a quantização da matéria e da energia em gases e sólidos

e envolveram experimentação com espectro e difração da luz de lâmpadas fluorescentes e incandescentes, o efeito fotoelétrico e o comportamento termo-elétrico de semicondutores. Contou-se com a participação de 40 professores. O curso foi ministrado por “professores-alunos” – denominação dada às monitoras, alunas da graduação do curso de Licenciatura em Física da Universidade de São Paulo, e autoras deste trabalho, sob coordenação de docente da mesma Universidade, terceira co-autora do trabalho.

O curso consistiu de aulas expositivas (cerca de 30%) e de atividades coletivas de experimentação e discussão. Nas atividades coletivas propunha-se a montagem de experimentos qualitativos, elaborados com material de baixo custo, e a discussão da fenomenologia observada, orientada através de roteiros semi-abertos de nível 2 (TAMIR, 1991). Tais roteiros apresentam características investigativas que permitem ao sujeito a livre expressão de idéias a respeito dos fenômenos observados. Cada atividade completa envolveu em média, 4 horas.

As atividades em cada tema são feitas em duas etapas. A primeira etapa envolve a realização dos trabalhos em grupos menores, de cinco a sete professores, com a intenção de propiciar a interação na montagem do experimento, e discussão, a partir de questões conceituais abertas contidas em cada roteiro. Esta etapa inicial é realizada com a presença dos professores-alunos, que se limitam a orientar a utilização do material e a colocar questões a partir das falas dos alunos-professores.

Na segunda etapa, cada grupo apresenta suas idéias e questões para o grupo maior, em um ambiente de diálogo entre alunos-professores e professores-alunos. Nesta ocasião, todos os grupos participam, com o intuito de problematizar as respostas dos pequenos grupos. Para dar uma dinâmica maior a esta etapa, um grupo é convidado a expor suas respostas ao roteiro na lousa e explicá-las para o grupo maior. A partir de então, todos os grupos podem intervir na discussão e havendo algum tipo de discordância entre as idéias apresentadas, os professores-alunos intervêm buscando a construção de um diálogo em que as contradições entre teorias sejam explicitadas. Dessa forma, os professores-alunos têm um papel ativo nesse processo, auxiliando na sistematização de idéias e procedimentos, inclusive fornecendo novas informações quando necessário.

Durante as atividades, o aluno-professor torna-se protagonista do experimento, seja na montagem deste, ou na elaboração e discussão de hipóteses dos fenômenos com os colegas de grupo. Ressalta-se a expressão “aluno-professor”, pois os professores estão num curso na posição de alunos. Os autores deste trabalho acharam conveniente representá-los desta forma para distinguir da expressão “professor-aluno”. Além disso, a primeira expressão ressalta o papel assumido por um aluno comum, que assume um papel especial em uma aula sócio-interacionista, tornando-se um parceiro mais capaz em um trabalho em grupo, ou seja, um “aluno-professor”.

i. Coleta de dados

A coleta de dados foi feita pelos professores-alunos na condição de participantes como observadores (DENZIN, 1978). Embora esta posição dificulte a tomada de dados no momento em que os fatos e falas ocorrem, ela permite que os observadores fiquem imersos nas situações (LUDKE E ANDRÉ, 1986).

Os registros das atividades desenvolvidas pelos alunos-professores consistem de relatórios escritos, de anotações dos professores-alunos e de fotografias da lousa nos debates em grande grupo. No relatório escrito (folha de resposta) cada grupo sistematizou as observações e suas conclusões a partir das perguntas investigativas apresentadas em cada

roteiro. Os professores-alunos fizeram anotações tanto das discussões nos pequenos grupos, quanto dos debates em grande grupo. Foram também fotografados os desenhos de modelo microscópico apresentado por cada grupo convidado à lousa durante a conversa no grupo maior.

ii. Escolha da atividade a ser observada

Foi escolhido como objeto de estudo a expressão dos alunos-professores durante a atividade denominada *Condutor e Temperatura.*, desenvolvida a partir de um roteiro semi-aberto.

O fenômeno experimental observado nesta atividade é o aumento da resistência de um material condutor com a temperatura. Nesta atividade, os alunos-professores medem com o multímetro a resistência de uma lâmpada, cujo bulbo foi retirado. Em seguida, aquecem a resistência da mesma, colocando a chama de uma vela em contato com o filamento de tungstênio e, repetindo a medida, verificam que a resistência aumentou. O efeito do aumento de temperatura no condutor também é observado através da variação da luminosidade de uma pequena lâmpada colocada em série com uma pilha e o condutor. Nesse caso, a luminosidade da lâmpada diminui.

Após a discussão do experimento, o roteiro sugere a construção de um modelo macroscópico que permita representar o fenômeno observado, de aumento da resistência com a temperatura de um ponto de vista microscópico.

Selecionou-se a análise desta atividade, relacionada com um assunto tradicional no ensino de física básica, a relação potencial-corrente elétrica da lei de Ohm, mas incluindo um efeito não usual, que é o da temperatura, além da interpretação microscópica de todo o fenômeno. A escolha está relacionada com o fato de que esta atividade precede a do estudo de corrente em semicondutores, cuja teoria envolve conceitos de física moderna, muito menos familiares para os alunos-professores, pois até bem recentemente (2008) estava ausente do currículo escolar do ensino público paulista. No modelo microscópico para condutores, o efeito da temperatura é o de diminuir o tempo médio entre choques, diminuindo assim a velocidade média e a corrente elétrica, portanto aumentando a resistência. Já no modelo para semicondutores, há o efeito adicional de aumentar a densidade de elétrons, que compete com o primeiro, pois aumenta a corrente elétrica, contribuindo o efeito inverso, de diminuir a resistência.

O estudo do discurso e expressão gráfica dos alunos-professores em relação ao tema escolhido serve como elemento de reflexão a respeito da atividade planejada, dados seus objetivos: propiciar a construção de um quadro conceitual para a corrente elétrica do ponto de vista microscópico, através da observação do fenômeno, da discussão e expressão livre e troca de idéias dos professores-alunos sobre a teoria macroscópica e o modelo para a estrutura da matéria.

iii. Da análise de dados

Para a análise dos dados, foram destacados dois aspectos dos dados coletados: a linguagem (textual e gráfica) utilizada pelos alunos-professores em seus relatórios e relatos, e a cooperação, observada pelos professores-alunos e registrada em suas anotações..

A linguagem utilizada pelos alunos-professores foi analisada através do discurso desenhos apresentado nas folhas de respostas dos roteiros e dos desenhos do modelo microscópico apresentados na lousa feito por cada grupo de alunos-professores. Através da linguagem empregada por eles, avaliou-se se estes alcançaram os objetivos conceituais e se apresentou algum tipo de conceito espontâneo. Além disso, analisou-se também o grau de

complexidade empregada na formulação das respostas e se conseguiram ver limitações aos modelos construídos.

Com relação ao segundo aspecto focalizado, foram analisadas as atitudes dos alunos-professores durante a elaboração das atividades a partir das anotações dos professores-alunos. Com relação à cooperação, utilizamos os níveis propostos por Coelho e colaboradores (COELHO, 2000), em que os autores sugerem denominar esta categoria por *comunicação*. Neste trabalho, optamos por utilizar como nome para essa categoria o termo *cooperação*:

Nível 1: O aluno não pensa em cooperar com seus colegas. A cooperação limita-se a obrigações impostas.

Nível 2: O aluno coopera com os outros quando lhe interessa e solicita informações esporádicas aos seus colegas ou ao professor, sem seguir um fio condutor.

Nível 3: O aluno coopera com o outro, levando em consideração as idéias e procedimentos dos colegas, auxiliando-se mutuamente para atingir um objetivo imediato.

Nível 4: O aluno coopera com os outros, dividindo tarefas de forma coordenada, em função de um projeto comum. Explica de uma forma rigorosa seu estudo argumentando ponto por ponto.

ANÁLISE DE RESULTADOS

i) Objetivos conceituais

O realização do experimento relacionado ao fenômeno da variação da resistência elétrica do material condutor com a temperatura é acompanhada, no roteiro, pela questão: você tem alguma explicação para o que ocorre? A seguir, propõe-se ao grupo que elabore um modelo microscópico. O texto do roteiro relativo à construção do modelo é o seguinte:

“Imagine que você recebeu material (tábua, pregos, bolinhas de aço e martelo) para montar um modelo de condutor elétrico. Discuta com seus colegas como montar o modelo, a partir da discussão que efetuamos. Monte o modelo.

Discuta com o seu grupo:

O que está representando os elétrons?

O que está representando os átomos do condutor?

O que está representando a diferença de potencial da pilha?

O que representa a temperatura?”

O roteiro foi construído com o intuito de fazer aparecer as idéias dos alunos-professores discutidos nos quatro objetivos enunciados abaixo:

Objetivo 1: Identificação do material condutor como uma rede cristalina;

O material condutor utilizado no experimento é um sólido. Desta forma, sua disposição atômica forma uma rede cristalina fixa e uniforme. A representação desta distribuição no modelo microscópico é feita através da forma como os pregos foram fixados ao longo da tábua. Para representar uma rede cristalina, os pregos têm que estar dispostos uniformemente, mantendo uma estrutura uniforme de posição (mesma sempre a mesma distância e densidade ao longo de toda a tábua).

Objetivo 2: Identificar os elétrons distribuídos uniformemente por todo o condutor;

Ao longo de todo o material condutor encontram-se os elétrons livres. A representação desta distribuição no modelo é feita através da distribuição das bolinhas de ferro ao longo de toda a tábua.

Objetivo 3: Identificar que o acréscimo de tensão elétrica aumenta a intensidade de corrente.

Isso pode ser representado no modelo mecânico através do aumento da altura da tábua em relação ao solo. Quanto maior a altura, maior a velocidade das bolinhas, e maior a corrente.

Objetivo 4: Identificar que a resistência elétrica aumenta com a temperatura.

Quando se coloca o condutor (filamento da lâmpada de tungstênio) sobre a chama, aumenta-se energia cinética dos átomos desse material. Assim, a probabilidade de choque dos elétrons livres com os átomos do material aumenta com temperatura. Conseqüentemente, diminui-se a corrente elétrica e aumenta da resistência (razão potencial/corrente) do material.

Este objetivo pode ser representado no modelo através da agitação da tábua com as mãos em direção perpendicular à trajetória das bolinhas de ferro. Quanto maior a intensidade de agitação da tábua, maior a dificuldade das bolinhas se deslocarem. Haverá um maior número de choque entre as bolinhas e os pregos, caracterizando o aumento da resistência e a diminuição do fluxo de carga.

Após as discussões nos pequenos grupos, estes apresentaram seus modelos ao grupo maior. As figuras abaixo são fotografias da lousa na qual os grupos apresentaram resultados de suas discussões para o modelo microscópico do condutor:

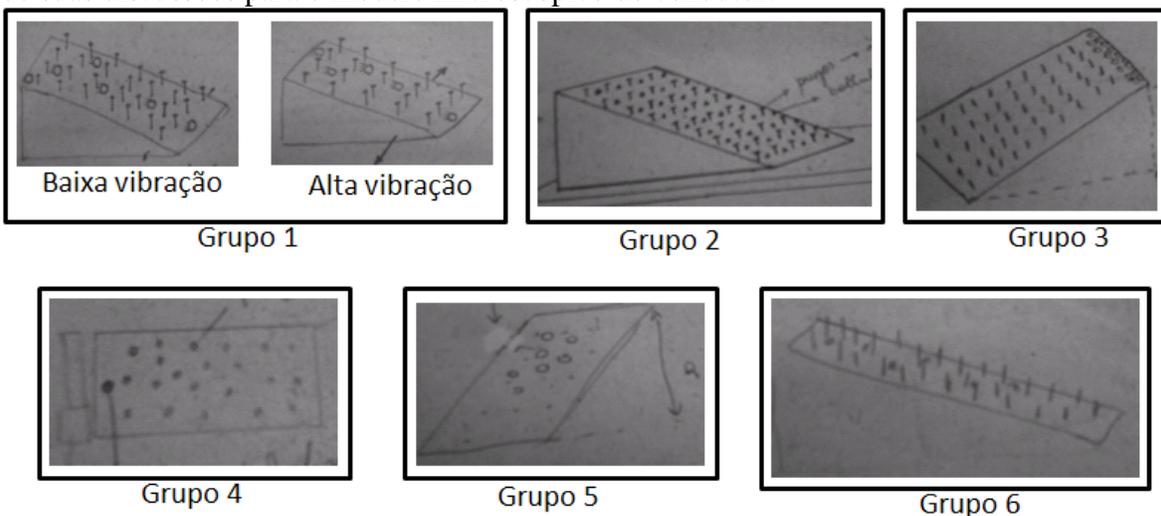


Figura – Modelos dos grupos do roteiro do Condutor e Temperatura

Todos os grupos conseguiram utilizar os materiais propostos para construção do modelo. Um dos grupos acrescentou um item necessário para a construção do modelo (o martelo) ao próprio modelo. Outros grupos manifestaram dificuldade em inseri-lo, o que poderia representar um caso de “quebra do contrato didático” entre os “alunos-professores” e os “professores alunos”, pois os “alunos-professores” se sentiram na obrigação de utilizar no modelo todos os materiais listados.

A seguir, discutimos o material produzido durante a atividade, segundo os objetivos alinhados acima.

Objetivo 1: Identificação do material condutor como uma rede cristalina, representada por uma disposição ordenada dos átomos-pregos.

Metade dos grupos utilizou este conceito (Grupo 1,2,3). Levantamos como possibilidades para a ausência desta representação nos outros grupos o fato de que a estrutura de um sólido dificilmente aparece nos livros didáticos no contexto do tema corrente elétrica, ou que esses grupos não tenham considerado esse aspecto como relevante na estrutura do seu modelo.

Objetivo 2: Identificar a distribuição uniforme dos elétrons no condutor, acompanhando a distribuição de átomos-pregos, representada através da distribuição das bolinhas-elétrons em toda a tábua-condutor.

Os grupos 1 e 2 distribuíram as bolinhas de forma uniforme pela tábua. O grupo 1 preocupou-se em desenhar uma espécie de “cabelinho” em cada bolinha para identificar o movimento dos elétrons e o grupo 2 representa-os parados. Dessa forma, apenas o grupo 1 representa o movimento dos elétrons em seu desenho. No desenho do grupo 6, os elétrons não aparecem na parte inferior da tábua. O desenho do grupo 5 parece ter sido feito sem grande compromisso com a atividade, e não aparecem claramente nem os átomos-pregos nem os elétrons-bolas, mas aparentemente as bolinhas (elétrons) estão distribuídas no centro da tábua. O grupo 3 representou todas as bolinhas no topo da tábua inclinada, talvez sugerindo que os elétrons estejam armazenados na pilha. O grupo 4 representou apenas um elétron-bolinha, mas esta representação pode ser creditada ao fato de que o martelo – a fonte de energia cinética ordenada, em seu modelo - podia bater em uma única bolinha por vez. No entanto, o grupo não preocupou-se em discutir a limitação de representar a corrente elétrica através de um único elétron.

Objetivo 3: Identificar que o acréscimo de tensão elétrica aumenta a intensidade de corrente, representando estas duas grandezas através da altura da inclinação da tábua e da velocidade das bolinhas-elétrons.

Cinco grupos relacionaram a altura com a tensão elétrica no texto. Um dos grupos parece mencionar a corrente, ao responder à pergunta sobre “o que está representando a diferença de potencial da pilha?” dizendo que é “a altura (ou inclinação da tábua) e o deslocamento das bolinhas”. Um dos grupos (grupo 4) respondeu a mesma pergunta com “martelo”, que representou também em seu desenho. Na apresentação para o grupo maior, este grupo mostrou sua representação da tensão através da batida do martelo nas bolinhas.

O grupo 5 apresentou grandes dificuldades em apresentar suas idéias e articular discussões verbais.

Objetivo 4: Reconhecer o aumento da resistência elétrica com a temperatura, representando-a através do movimento dos átomos-pregos (embora solidários com a tábua)

Em relação a este objetivo, reproduziremos as afirmações dos grupos, em seus relatórios, relativas às duas questões: i) se têm alguma explicação para o que ocorre (no experimento)? e (ii) sobre como representar a temperatura no modelo mecânico.

O grupo 1 responde à pergunta (i): “A resistência elétrica aumenta com a temperatura”, apenas reafirmando o que observaram através da medida com o multímetro. À pergunta (ii), respondem “a vibração na rampa”. O grupo utiliza o termo de senso comum “vibração” para o movimento aleatório dos elétrons. Não constrói uma relação entre a “vibração” e a resistência elétrica.

O grupo 2 afirma (em relação à pergunta (i) que “À medida que o filamento foi aquecido (provavelmente ocorreu dilatação causando aumento da resistência elétrica. ...Ao aquecer aumentou a (temperatura) vibração atômica dificultando o fluxo de elétrons.” À pergunta (ii), respondem “a vibração das bolinhas”. A dilatação poderia aumentar o tempo médio entre choques e diminuir a resistência: o grupo expressa consciência desta contradição. O grupo 3 escreve (questão (i) que “quando o material é aquecido, aumenta a vibração das moléculas do condutor, dificultando a passagem dos elétrons” o que é representado no modelo (questão ii) pela “agitação do sistema”. Ambos os grupos referem-se à vibração como dificultador do fluxo, sem explicitarem a relação entre os dois efeitos.

O grupo 4 discorre (i) “a temperatura aumenta as moléculas ficam mais agitadas aumentando a resistência do material” e refere-se a (ii) “choque entre a bolinha e os pregos”, quanto à representação no modelo mecânico. Vislumbra-se aqui uma possível associação do aumento de resistência à diminuição do tempo médio entre choques, mas a idéia não está explicitada.

O grupo 5 afirma que “com o aumento da temperatura, os choques entre elétrons da banda de condução aumenta, aumentando portanto, a resistência do filamento de tungstênio (com o aumento da temperatura mais elétrons passam para a banda de condução)” e, sobre o modelo, dizem “a temperatura” (sic).

Finalmente, o grupo 6 escreve que “com o aquecimento houve um aumento da energia cinética dos átomos do tungstênio, dificultando a passagem dos elétrons, ou seja, aumentando a resistência elétrica” e que “as batidas do martelo” representam o aumento da temperatura no modelo.

ii) Cooperação

A escola atual não estimula o trabalho coletivo, pois a maior parte das atividades são feitas individualmente. Nesse sentido, uma das funções da escola é promover a integração entre as pessoas. Todos os partícipes são construtores do conhecimento, sendo a troca de informação e conceitos imprescindível neste processo.

Com relação à cooperação, observou-se que houve ajuda mútua entre os participantes de cada grupo, sobretudo na parte de discussão do fenômeno. Já na parte da montagem, esta ficou a cargo de alguns poucos alunos-professores, que apresentavam mais habilidades na realização da montagem, enquanto outros ficavam observando.

Em relação à atividade em pequeno grupo, os grupos 3, 4 e 6 foram classificados no nível 3, em que os alunos-professores cooperaram um com os outros, levando em consideração as idéias e procedimentos de cada participante do grupo.

Notou-se a partir das folhas de respostas apresentadas pelos grupos 1 e 2 que estes mostraram-se interessados e, em alguns momentos, extrapolavam o que se era questionado, sentindo a necessidade de ir além daquilo que foi solicitado. Porém, estes grupos ainda não conseguem elaborar suas respostas de forma rigorosa, com explicações completas. Portanto, também estão inseridos no nível 3.

O grupo 5, através dos relatos dos monitores, apresentou-se pouco interessado em colaborar a atividade. É preciso ressaltar que embora esse roteiro fosse um dos últimos a serem aplicados, essa atitude (de não cooperação) foi expressa desde o início do curso. Um dos possíveis motivos aventados para tal situação é que os integrantes de cada grupo não sentem a vontade com as propostas do curso. Um dos objetivos do curso é justamente o trabalho em conjunto e essa cooperação é de suma importância para que os objetivos dos roteiros possam ser alcançados.

Em relação à atividade no grande grupo, observou-se a falta geral de hábito de ouvir o “outro”. Os próprios professores que estavam fazendo o curso, e que estavam, portanto, na posição de alunos, interrompiam a fala do colega, se consideravam que sua exposição ou explicação estava “incorreta”, impedindo sua livre expressão, Consideramos esta uma atitude de não colaboração por parte dos professores-alunos. No entanto, não encontramos adequado à situação nenhum dos níveis propostos por Coelho (2003).

CONCLUSÃO

Embora o trabalho encontre-se em andamento, podemos apontar algumas direções sugeridas pela primeira coleta de dados. O roteiro aberto, embora cuidadosamente planejado, não garante alguns dos objetivos propostos para a sala de aula: a livre-expressão dos alunos e a construção individual e coletiva de significados e redes de conceitos. A intervenção do professor, e portanto sua disponibilidade para tanto, no encaminhamento das discussões, tanto nos pequenos grupos quanto no grupo grande, para indicar contradições e lacunas na teoria exposta, seja através de desenhos ou de expressão oral, é essencial para avançar na construção do quadro conceitual. A disponibilidade do professor para este tipo de intervenção não depende apenas de uma intenção, mas de sua preparação, de seu envolvimento com esta prática, acompanhada da avaliação contínua, ainda durante a formação inicial. Os resultados deste estudo preliminar indicam a necessidade de acompanhar a formação prática de investigação da mesma.

Pretendemos complementar este estudo fazendo nova coleta de dados e análise no curso de julho de 2009, introduzindo as modificações sugeridas por este trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Disponível em: <<http://www.fe.unicamp.br/inovacoes/inov-curric.html>>.
http://www.sapientia.pucsp.br//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=4765
<http://ccet.ucs.br/eventos/outros/egem/posteres/po16.pdf>
- ALVES, L. A. **Interações coletivas aumentam a entropia e o conhecimento**. 2005. Dissertação de Mestrado – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BORGES, A. T. Novos Rumos para o Laboratório escolar de ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 19, n. 3, p. 291-313. dez. 2002.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. SEMTEC/MEC, Brasília, 1996.
- BRZEZINSKI, I.; GARRIDO, E. Análise dos trabalhos do GT Formação de Professores: o que revelam as pesquisas do período 1992-1998. **Revista Brasileira de Educação**, 18, p. 82-100, 2001.
- COELHO, S. M.; KOHL, E.; BERNARDO, S. D.; WIEHE, L. C. N. Conceitos, atitudes de investigação e metodologia experimental como subsídio ao planejamento de objetivos e estratégias de ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 17, n. 2, p. 122-149. ago. 2000.
- DENZIN, N. **The Research Act**. New York: McGraw Hill, 1978.
- GARCIA, C. M. **Formação de Professores para a mudança educativa**. Portugal: Porto, 1998.
- HEISENBERG, W. **Parte e Todo**. Contraponto, 1996.
- LUDKE, M.; ANDRÉ, M. D. A. **Pesquisa em Educação – Abordagens Qualitativas**, E.P.U. 1986.

MOYSÉS, L. **Aplicações de Vygotsky à Educação Matemática**, Papirus, 1997.

NATIONAL Science Education Standards. USA: National Academy of Sciences, 1995. pp.72. Disponível no site: <<http://books.nap.edu/readingroom/books/nses/>>. Acesso em: 10 mai. 2009

PROGRAMA de Formação de professores. Pró-Reitoria de Graduação, USP, 2004, pág. 27. Disponível no site: <http://naeg.prg.usp.br/siteprg/info/prof_formacao.phtml>. Acesso em: 10 mai. 2009

SERÈ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 20, n. 1, p. 30-42. abr. 2003.

VIGOTSKI, L. **Pensamento e Linguagem**, 1982.