

**UMA ANÁLISE SOBRE AS IDÉIAS E A COMPREENSÃO DO FENÔMENO DE  
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA PELOS ESTUDANTES**

**AN ANALYZE ABOUT THE CONCEPTIONS AND THE UNDERSTANDING OF THE  
ELECTRIC CONDUCTIVITY BY THE STUDENTS**

**Wilmo E. Francisco Jr.<sup>1</sup>  
Carlos Eduardo Silva<sup>2</sup>, Daniel Thomaz<sup>3</sup>, Juliano Cardozo<sup>4</sup>, Juliano Magalhães<sup>5</sup>,  
Josely Kobal de Oliveira<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>UNESP – Instituto de Química de Araraquara, wilmojr@bol.com.br

<sup>2</sup>UNESP – Instituto de Química de Araraquara, carloscompqc@yahoo.com.br

<sup>3</sup>UNESP – Instituto de Química de Araraquara, d\_thomaz@yahoo.com.br

<sup>4</sup>UNESP – Instituto de Química de Araraquara, jcardozo@grad.iq.unesp.br

<sup>5</sup>UNESP – Instituto de Química de Araraquara, juliano\_m@yahoo.com.br

<sup>6</sup>UNESP – Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara/Departamento de Didática, josely@fclar.unesp.br

**Resumo**

Devido a importância e aplicabilidade da eletricidade na sociedade, a introdução deste assunto é uma forma de relacionar importantes conceitos físico-químicos com o dia-a-dia dos estudantes. Logo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar algumas concepções dos estudantes acerca do fenômeno de condutividade elétrica, e desenvolver atividades experimentais para discutir e trabalhar os conceitos envolvidos neste fenômeno. O estudo foi realizado por estudantes de graduação em Licenciatura em Química, com alunos do ensino médio de uma escola pública de Araraquara-SP. O instrumento para a avaliação do nível de aprendizagem dos alunos consistiu de um questionário contendo questões objetivas e abertas, sendo os dados analisados a luz da epistemologia bachelardiana. Os resultados obtidos indicaram uma visão superficial dos estudantes acerca do fenômeno de condutividade elétrica, havendo uma evolução nestes conceitos após a realização da atividade experimental. Entretanto, muitos conceitos ainda necessitam ser melhor entendidos para uma compreensão mais completa do fenômeno.

**Palavras-chave:** condutividade elétrica, experimentação, concepções dos estudantes

**Abstract**

Due the importance and applicability of the electricity on the contemporaneous society, the introduction of this subject is a way to connect important physical-chemicals concepts with everyday of the students. Thus, the purpose of this paper was to evaluate some students' conceptions about electric conductivity, and perform experimental activities in order to discuss and develop concepts involved on this phenomenon. The investigation was performed by undergraduate chemistry students in a public high-school from Araraquara-SP. The instruments employed in the assessment of the level of students learning were made up using both open and objective written questions, and the data obtained were interpreted by Bachelard epistemology. The findings obtained indicated that the students had a superficial idea about electric conductivity phenomenon. After the experimental work, the students showed a development in

their concepts about this phenomenon, although much concepts need to be still enhanced to a complete understanding about electric conductivity.

**Keywords:** electric conductivity, experimentation, students' conceptions

## INTRODUÇÃO

### Um pouco sobre a história da eletricidade

Atribui-se ao filósofo grego Tales de Mileto (636-546 aC) a primeira descrição sobre fenômenos elétricos. Tales observou que após ser atritado com a lã, o âmbar exercia atração sobre pequenos pedaços de papel e cortiça, fenômeno que também pode ser observado quando se passa uma caneta ou pente plástico várias vezes no cabelo. A eletrificação desses materiais ocorre devido ao que hoje é chamado de eletricidade estática, explicada pelo acúmulo de cargas positivas ou negativas, decorrente da remoção ou adição de elétrons. Dois outros importantes fatos também valem ser ressaltados pela relação que possuem com a Química. A descoberta do fenômeno de condução elétrica por Stephen Gray em 1729, o que permitiu distinguir os materiais em condutores e não-condutores (isolantes) elétricos, e a construção, por Alessandro Volta, da pilha “voltaica”, o primeiro gerador eletroquímico. Okki (2000) faz uma bela revisão da trajetória que levou ao entendimento da eletricidade, bem como da contribuição destes estudos para uma aproximação entre a Química e a Física.

Atualmente, o contato e convivência com a eletricidade está presente, pelo menos para a grande maioria das pessoas, desde os primeiros momentos de vida. É tão comum no dia-a-dia das pessoas o uso de aparelhos eletrodomésticos e outros mais movidos a energia elétrica, que, muito provavelmente, a maioria nem imagina como era/seria a vida sem a eletricidade. O próprio pensamento humano, talvez a maior riqueza que homens e mulheres possuam, torna-se possível graças a impulsos elétricos.

Todo o atual modo de vida da sociedade é dependente da energia elétrica, que dentre as várias formas de energia, foi certamente de grande relevância para o desenvolvimento técnico-científico da humanidade ao longo dos tempos. Dentro do conceito de energia elétrica, tem-se no fenômeno da condução de eletricidade uma barreira imperceptível, onde a distinção entre a Química e Física é quase impossível de ser verificada. Por isso, este conceito vem sendo apontado como um assunto de muito interesse na sociedade contemporânea, o que justifica sua introdução no ensino médio, como elemento de ligação entre a Química e a Física (ou até entre suas diferentes partes), tanto do ponto de vista científico quanto tecnológico (Boff & Frison, 1996; Hioka et al., 2000).

### Alguns aspectos teóricos

Compreender a ocorrência e os fundamentos físico-químicos da condutividade elétrica permite o entendimento de muitos fenômenos que ocorrem diariamente, como a transmissão de eletricidade através das redes de alta tensão, a eletrólise, e em um segundo plano o funcionamento de dispositivos como pilhas e baterias. Aliado a esta questão da compreensão do mundo como um todo, sempre necessária à formação de cidadão críticos e conscientes, epistemologicamente, a aplicação dos conhecimentos científicos passa pela sua construção. No entanto, tal construção muitas vezes pode ser dificultada por certas idéias que os estudantes possuem, onde estas, amiúde, podem estar bastante distantes do conhecimento científico.

Em alguns casos, estas concepções estão de tal modo enraizadas que se tornam obstáculos à apropriação do conhecimento. Esses obstáculos, denominados por Bachelard de obstáculos epistemológicos, podem estar fundamentados por vários aspectos, como a experiência

primeira, o conhecimento geral, o abuso de imagens usuais, o conhecimento unitário e pragmático, o substancialismo, o realismo, o animismo e o conhecimento quantitativo.

De acordo com Bachelard (citado por Parente, p. 59, 1990), os obstáculos epistemológicos são

*lentidões e perturbações, que, por uma espécie de necessidade funcional, causam inércia, estagnação e regressão no ato de conhecimento (...). Trata-se antes, de um impedimento que aparece no ato mesmo de conhecer. É antes uma espécie de resistência implantada previamente, de tal modo que o conhecimento sempre se faz contra um reconhecimento anterior.*

Segundo Bachelard, um obstáculo epistemológico funciona como uma espécie de anti-ruptura, dificultando a cultura científica, ou seja, a passagem do conhecimento comum ao conhecimento científico, que por sua vez não é um processo contínuo. Como não é possível haver continuidade entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, Bachelard defende que, para se adquirir o saber científico é necessário um rompimento com este conhecimento comum. Logo, o diagnóstico destas idéias é sempre importante, de modo a possibilitar que, antes e durante o processo de ensino-aprendizagem, elas possam ser levadas em consideração.

Muitas tentativas vêm sendo feitas no intuito de tornar o processo de ensino-aprendizagem em Química mais produtivo, sempre tendo em mente a importância de se compreender as idéias que os alunos trazem sobre os fenômenos químicos. A apresentação de experimentos e discussão de seus resultados quando realizada de forma investigativa (Giordan, 1996), busca provocar uma reflexão, um questionamento nos alunos, com o conseqüente desenvolvimento da argumentação e de uma interação social. Esta é certamente uma forma de romper o “conservadorismo intelectual”, onde o

*espírito prefere o que confirma seu saber àquilo que contradiz, em que gosta mais de respostas do que de perguntas. Quando não há perguntas, então um obstáculo epistemológico se incrusta no conhecimento não questionado.* (Bachelard, p. 19, 1996)

Deste modo, em um primeiro momento, o presente trabalho buscou averiguar algumas concepções dos alunos acerca da condutividade elétrica e, em um segundo momento, apresentar alguns experimentos como proposta de discussão e apropriação dos conceitos envolvidos na condutividade elétrica por parte dos estudantes. A partir da reflexão sobre as idéias dos estudantes a respeito do fenômeno de condutividade e, como estes reagiram a abordagem experimental, tentou-se também elaborar uma alternativa metodológica mais eficiente para o ensino da condutividade elétrica.

## **MÉTODO E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO**

O presente estudo foi fruto de um trabalho desenvolvido por um grupo de alunos do último ano do curso de Licenciatura em Química do Instituto de Química da UNESP de Araraquara, que cursavam a disciplina de Prática de Ensino II, onde o estágio supervisionado em Química, obrigatório por lei, é desenvolvido na rede pública de ensino. O estudo foi realizado junto a aproximadamente 90 alunos do último ano do ensino médio em uma escola da rede estadual localizada na cidade de Araraquara-SP.

O primeiro contato com estes alunos foi durante aulas de Química e Física que foram assistidas pelo grupo. As aulas assistidas serviram, além de um primeiro contato com os alunos, para se conhecer os conteúdos químicos e físicos que vinham sendo abordados pelos respectivos professores responsáveis, o que serviu de parâmetro para o preparo da atividade a ser desenvolvida. Após este primeiro contato com os alunos e, o conhecimento do cronograma a ser trabalhado dentro das disciplinas de Química e Física, eletroquímica e eletricidade respectivamente, a atividade foi idealizada e montada. Optou-se pela realização de um experimento simples (Peruzzo & Miragaia, 2004), abordando a condutividade elétrica de alguns materiais. Toda discussão sobre os conceitos com os alunos foi suportada pelos resultados obtidos, e realizada após a conclusão dos experimentos.

A pesquisa realizada foi do tipo qualitativa, sendo a coleta dos dados feita por meio de dois questionários, um antes e outro após a realização dos experimentos, e gravações das aulas em áudio e vídeo. Assim, os questionários permitiram, num primeiro instante, o levantamento de conhecimentos cotidianos dos alunos e, em um segundo instante, se a atividade realizada havia modificado e, de que forma, estes conhecimentos dos alunos. Já com as observações das aulas gravadas foi possível analisar como ocorreu ou poderia ocorrer estas modificações, bem como perceber as dificuldades encontradas pelos alunos.

O instrumento utilizado como questionário foi elaborado pelos próprios autores, tomando como base as aulas assistidas e a atividade preparada. Este instrumento consistia basicamente de duas partes, uma com respostas objetivas e a outra com duas questões abertas. Nele foi descrito uma situação em que uma corrente elétrica passava por várias substâncias/materiais, sendo elas: sal de cozinha, solução de sal de cozinha, açúcar, solução de açúcar, metal, creme dental, água, suco e vinagre. Foi então pedido que os alunos respondessem com “sim” ou “não” se eles levariam um choque se entrassem em contato com estas substâncias/materiais. Feito isso eles foram incumbidos de explicar porque levariam ou não um choque elétrico, respondendo a duas questões abertas, dispostas a seguir: 1) Porque você acha que levaria um choque em alguns casos e outros não? 2) O que acontece quimicamente para haver o choque elétrico? Estas questões discursivas foram elaboradas de forma a se complementarem uma a outra, o que permitiu o cruzamento das respostas de um mesmo aluno para facilitar a análise.

Devido a pouca existência de trabalhos na literatura que se referem de alguma forma à condução de eletricidade, os autores tomaram como base para análise das questões discursivas a profundidade com que os conceitos foram abordados pelos estudantes. Após a leitura das respostas dadas a estas questões, se observou que elas poderiam ser classificadas em ordem crescente ao grau de proximidade com as idéias cientificamente aceitas. Isto permitiu obter indicadores de um padrão de respostas associados a quatro categorias, as quais foram discutidos à luz da epistemologia de Bachelard.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Considerações em relação as idéias pré-concebidas pelos estudantes**

A escolha do tema condutividade elétrica visou recordar alguns conceitos básicos comuns a Química e a Física, visto que a priori, os alunos já tinham conhecimento acerca do assunto. Os conceitos envolvidos são de suma importância para a compreensão de dispositivos e circuitos elétricos, que viriam ser abordados no decorrer do ano, tanto pelos professores responsáveis pelas referidas disciplinas, como na continuação do projeto de estágio supervisionado. Outrossim, os conceitos trabalhados permitem uma abordagem pautada no dia-a-dia dos alunos, a partir de uma introdução em nível fenomenológico e posterior discussão das formas mais microscópicas, sempre levando em consideração as relações intercambiáveis entre teoria e prática.

A partir dos resultados obtidos pelo questionário, puderam ser identificadas importantes concepções cotidianas dos estudantes acerca do tema abordado. Dois dados que muito despertaram a atenção nas questões objetivas foram as respostas dadas para o creme dental e para a água. Como mostra a tabela 1, a grande maioria dos estudantes não foi capaz de identificar o creme dental como um condutor elétrico. Muitos dos alunos desconheciam sua composição, o que, aliado ao fato da pouca compreensão deles a respeito do fenômeno de condutividade elétrica, contribuiu para estes resultados. Por outro lado, grande parte atribuiu a água uma capacidade de condução elétrica. Especificamente no caso da água, tal fato provavelmente deve-se a exposição que os alunos sofrem em seu cotidiano. Muitos filmes e telenovelas mostram cenas onde pessoas são eletrocutadas dentro da água, e os estudantes, na grande maioria das vezes assimilam estas imagens sem entender realmente o motivo pelo qual isto ocorre.

**Tabela 1. Porcentagem de alunos os quais responderam nas questões objetivas que levariam um choque elétrico.**

NaCl		Açúcar		Metal	Creme Dental	Água	Suco	Vinagre
sólido	solução	sólido	solução					
21,7	41,3	0	6,5	97,8	6,5	78,3	63,0	76,1

Segundo Bachelard, idéias oriundas da experiência com a realidade fenomenológica levam “o pensamento científico para construções mais metafóricas que reais”, impedindo o pensamento abstrato necessário ao pensamento científico, podendo, por conseguinte, tornar-se um obstáculo à formação do conhecimento.

No rol dos obstáculos epistemológicos, a idéia dos alunos sobre a condutividade elétrica da água pode ser categorizada no que Bachelard chamou de “experiência primeira”, onde um resultado passível de verificação macroscópica torna-se argumento para o estabelecimento de uma “verdade”.

*Trata-se daquela experiência feita antes de qualquer possibilidade de crítica, ou até mesmo posta acima de qualquer crítica. E, não sendo criticada não pode ter uma base segura.* (Parente, p. 82, 1990)

O obstáculo da experiência primeira aparece como um eterno obstáculo inicial a cultura científica pelo fato de

*oferecer uma satisfação imediata a curiosidade, de multiplicar as ocasiões de curiosidade, em vez de benefício pode ser um obstáculo para a cultura científica. Substitui-se o conhecimento pela admiração, as idéias pelas imagens.* (Bachelard citado por Parente, p. 36, 1990)

Em termos das explicações dos alunos para o porquê eles levariam ou não um choque elétrico em cada situação proposta no questionário, elas foram classificadas em quatro categorias, dependendo das respostas obtidas. Tal análise, como dito anteriormente, baseou-se na profundidade em que os alunos desenvolveram suas respostas, como mostrado a seguir.

*Condução de energia/eletricidade* (1) – foram classificadas nesta categoria as respostas mais simples, onde o choque elétrico foi atribuído apenas a condução de energia/eletricidade dos materiais, não fazendo alusão alguma ao porque disso.

“Por ser elementos que conduzem energia.”

“Devido a condução de eletricidade.”

*Condução de energia/eletricidade promovida por cargas elétricas (2)* – nestas respostas foram feitos apenas comentários sobre a presença de cargas elétricas capazes de promoverem a condução de eletricidade, mas não explicitando o que são ou quais são estas cargas.

“Os materiais condutores possuem cargas. Os não condutores não possuem cargas.”

“Porque existe carga em movimento.”

*Classificação das cargas elétricas em elétrons e íons (3)* – nesta categoria foram classificadas as respostas onde a explicação do choque elétrico foi feita com base na existência de cargas elétricas, sendo especificado que tipos de cargas existem, embora não houvesse diferenciação entre os termos “cargas”, “íons” e “elétrons”.

“Os elétrons se movimentam o que faz com que a eletricidade seja percebida.”

“Os que conduzem tinha íons positivos e negativos, e os que não conduzem não tinha íons.”

*Condução de energia/eletricidade devido a presença de íons em solução e de elétrons em materiais sólido (4)* – foram classificadas nesta categoria as respostas de maior elaboração conceitual, não sendo verificado, antes da atividade experimental, nenhuma resposta que pudesse ser classificada nesta categoria.

As respostas classificadas na categoria 1 foram as de maior ocorrência (80,9%) e as mais simples obtidas. O grande número de alunos que simplesmente respondeu a questão atribuindo o choque elétrico à condução de energia/eletricidade, diz respeito apenas a conhecimentos intuitivos e imediatos, que imobilizam o pensamento e fornecem respostas vagas e gerais a qualquer questionamento (Andrade & Ferrari, 2002). Essas idéias, que Bachelard chamou de “conhecimento geral”, privam os alunos de se questionarem sobre os aspectos particulares do mesmo fenômeno. Assim, são indicativos de uma visão superficial e fragmentada do assunto por parte dos alunos, que muitas vezes sequer conhecem o significado dos termos usados.

Na segunda categoria, 14,3% dos alunos atribuíram o choque elétrico a presença de cargas capazes de promoverem a condução de eletricidade. Entretanto, se evidencia que poucos alunos possuem um conhecimento mais sólido, conferindo uma importância às cargas elétricas no fenômeno de condução, mas, utilizando o termo “carga” sem mostrar seu real significado. Mais uma vez estes conhecimentos podem ser verificados como intuitivos, pois não foram discutidos e interpretados. Assim, os alunos constroem uma teoria sem questionamentos e um tanto superficial.

Estas idéias apresentadas pelos alunos sobre a condução elétrica também pôde ser observada no desenvolvimento histórico da eletricidade. Na época da descoberta da natureza elétrica dos corpos, atribuiu-se a isto a existência de um fluido, denominado de “efluvium”, devido a falta de compreensão do fenômeno. Quando os alunos atribuem a razão de ocorrer o choque à condução de energia dos corpos, eles estão nada mais do que perfazendo estas idéias, atribuindo ao “desconhecido fluido” o termo energia, o qual em épocas atrás foi chamado de “efluvium”.

O próprio Bachelard exemplifica que a noção de eletricidade do século XVIII, pensada com base em uma primeira visão empírica, não retratava exatamente os fenômenos. Priestley citada por Bachelard (1996, p. 38) mostra bem:

*Se alguém chegasse (a prever o choque elétrico) por meio de algum raciocínio, teria sido considerado um gênio.*

Na categoria 3, embora alguns alunos (4,8%) tenham atribuído a condução de eletricidade à existência de íons ou elétrons, as respostas demonstraram um desconhecimento acerca destes conceitos. Mais uma vez estas respostas mostram uma visão fragmentada dos conceitos, caracterizado pelo emprego equivocado dos termos químicos, onde as idéias de cargas e elétrons são sempre intercambiáveis, o que provoca confusões entre seus significados. Comumente os livros descrevem a corrente elétrica como “movimento/fluxo de cargas elétricas” e, muitas vezes, não deixam claro o que são estas cargas. Logo, de acordo com Mulhall et al. (2001), esta falta de transparência na abordagem das idéias de corrente elétrica, faz com que os estudantes carreguem consigo a idéia de que os termos carga e elétrons são sempre intercambiáveis, podendo gerar conflitos em detrimento da compreensão dos conceitos.

Este tipo de obstáculo pode ser percebido enquanto “obstáculo verbal”. Obstáculos verbais são aqueles obstáculos associados a linguagem, onde retira-se conceitos científicos do contexto histórico onde foram utilizados, e os limita a definições restritas. Quando não existe conhecimento da gênese histórica dos conceitos, ou uma preocupação com os erros, estes erros serão induzidos nos estudantes por não se explicitar o processo de construção dos conceitos. Portanto, além de um problema epistemológico, o uso dos termos cargas e elétrons como sendo intercambiáveis são equívocos conceituais que podem ser induzidos nos estudantes pelo fato de não se explicitar o processo histórico de construção dos conceitos (Lopes, 1996).

Em relação a categoria mais elaborada conceitualmente, se verificou que antes da atividade experimental nenhum dos alunos foi capaz de descrevê-la apropriadamente. Embora alguns alunos tenham mostrado conhecimentos mais profundos acerca do fenômeno, a maior dificuldade apresentada foi a incapacidade de organização e explicitação clara das idéias.

### **Considerações em relação a aprendizagem**

No questionário respondido após a realização da atividade foram identificadas as quatro categorias. Os resultados de alguns testes de condutividade elétrica durante a atividade experimental, possibilitaram contrastar com as expectativas dos alunos apresentadas nas questões objetivas, indo, portanto, de encontro às idéias que os alunos possuíam. Assim, a problematização durante a discussão dos resultados contribuiu para uma maior argumentação por parte dos alunos, provocando em alguns casos, o questionamento dos estudantes acerca de suas próprias idéias e observações.

Isto evidencia que, quando abordada de forma investigativa, provocando dilemas, questionamentos, discussões e incitando os alunos ao pensamento e análise crítica dos resultados, a experimentação pode ser muito mais satisfatória do que uma mera ilustração. Como defendem Driver et al. (1999), as atividades práticas apoiadas por discussões em grupos e a interação social encorajam os estudantes a interpretar e compreender os fenômenos por si mesmos, sendo esta interação social algo que fornece estímulo e perspectivas sobre as quais os alunos devem refletir. Aliás, esta idéia de ensino socializado e socializante é também uma idéia defendida por Bachelard, com uma aprendizagem fundada mais nas atividades de grupos de alunos do que na ação do professor. Neste contexto, o papel do professor é fornecer situações e estimular a reflexão por parte dos alunos com a construção de perguntas:

*Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma dada pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído. (Bachelard, p. 19, 1996)*

Em vista a análise dos dados, pode-se dizer que em nível de elaboração dos conceitos, o resultado da aprendizagem do fenômeno da condução elétrica pode ser configurado em quatro estágios. Em um nível de elaboração mais primitivo, 15,4% dos alunos apenas afirmaram que “os materiais conduzem corrente elétrica”. Em um nível subsequente, onde se encontra 23,1% dos alunos, “a condução é feita por cargas elétricas”. No terceiro nível, onde se encontrou a maioria dos alunos (53,8%), eles traduzem algumas confusões verificadas em livros didáticos, onde os conceitos de cargas, elétrons e íons podem parecer sempre intercambiáveis: “os materiais condutores conduzem corrente elétrica pois possuem elétrons livres para se movimentar, já os não condutores não possuem elétrons livres”. Finalmente, em nível de maior elaboração aparece a categoria: “em materiais sólidos a condução é por causa do movimento dos elétrons livres, no restante dos condutores por causa dos íons”, onde apenas 7,7% das respostas se enquadram.

A apropriação por completo do conhecimento sobre a condutividade elétrica não é tão simples quanto possa parecer, e ocorre em estágios de elaboração do conhecimento, tal qual foi a descoberta da eletricidade (Mullhal et al., 2001). Foi possível identificar três grandes dificuldades dos estudantes para a compreensão da condução elétrica. A primeira está na incompreensão de conceitos acerca do átomo, onde outras dificuldades também permeiam de forma intensa, como demonstrado por Mortimer (1995) e Romanelli (1996).

Um segundo aspecto em relação a dificuldade de aprendizagem, observado por várias vezes nas falas dos alunos, refere-se a organização de todos estes conhecimentos, tanto os físicos como os químicos, pois, mesmo tendo visto estes conceitos durante o ensino médio, eles não foram capazes de apresentá-los de forma clara e coerente. Como pode se observar no trecho abaixo, apesar de possuir idéia sobre intensidade de corrente, o aluno não conseguiu traduzir isto perfeitamente:

“Alguns materiais contém elétrons disponíveis que daria o choque, já em outros como o vinagre o choque não seria tão forte quanto o do metal.”

Além disso, parece evidente que para este aluno a condução elétrica no metal e no vinagre ocorre da mesma maneira. Isto provém da utilização dos termos cargas e elétrons como sendo intercambiáveis, fato alertado por Mullhal et al., (2001), e que, como obstáculo epistemológico, pode ser a origem das confusões encontradas para a explicação do fenômeno de condutividade elétrica. Outro aspecto que pode ser notado é a dificuldade de se expressar adequadamente, já que no início da fala o aluno se refere a um assunto (elétrons responsáveis pela condução elétrica), mencionado outro (sobre intensidade de corrente) em seguida.

Após a ciência destas dificuldades, parece aflorar uma grande indagação e, ao mesmo tempo, uma possível solução sobre como os estudantes possam chegar a um entendimento do fenômeno de condução elétrica. Um caminho proeminente para a quebra destes obstáculos epistemológicos parece ser uma abordagem histórica que ressalte a evolução epistemológica do conceito através dos tempos, incorporado a práticas experimentais promotoras de questionamento e discussões, como também defendem Binnie (2001) e Höttecke (2000). Evidentemente esta é uma proposta baseada nas particularidades dos estudantes envolvidos neste trabalho, o que pode variar em tempo, espaço e local.

Outro aspecto que vale ser comentado, pois, de algum modo pode estar afetando os resultados obtidos, refere-se a validade da coleta dos dados. Ao responder os questionários, principalmente as questões discursivas, alguns alunos podem ter omitido conhecimentos pelo fato de pessoas desconhecidas estarem efetuando a leitura destes textos, o que limita, por consequência, o desenvolvimento da pesquisa. Além disso, foi percebido o incômodo de alguns alunos frente a câmera, o que os inibiu de se manifestarem com mais frequência, restringindo suas colocações.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do presente trabalho possibilita chegar a duas importantes conclusões. A primeira diz respeito à formação inicial dos professores de Química. O envolvimento dos alunos-pesquisadores neste tipo de projeto contribui notoriamente à formação inicial destes, que tem a oportunidade de se envolverem e conhecerem alguns referenciais teóricos necessários à análise dos dados. Além disso, inúmeros questionamentos fizeram parte do desenvolvimento de toda a atividade. As etapas de planejamento da atividade, execução, reflexão e o re-planejamento fizeram com que todos se envolvessem numa prática reflexiva, onde a articulação entre a teoria e a prática explicitou uma postura de questionamento, de reflexão na ação, sobre a ação e sobre a reflexão na ação (Rosa, 2004). Logo, a teoria evolui a estratégias de ação que proporcionaram e proporcionarão a produção de conhecimentos sobre o ensino, incorporando-se a futura ação docente dos alunos-pesquisadores. Como defendem Maldaner (1999) e Rosa (2004), a atuação do professor como pesquisador é uma forma de melhoria da atividade docente e, por conseguinte do ensino de Química.

A segunda conclusão refere-se propriamente aos resultados de pesquisa. Em um primeiro instante se poderia dizer que o conhecimento dos alunos acerca da condutividade elétrica evoluiu após a atividade realizada, o que era o objetivo maior do trabalho. Basicamente o que pode ser inferido é que a abordagem experimental influenciou uma construção mais crítica do conhecimento e, os alunos foram capazes de elaborar uma visão bem mais completa do fenômeno, abandonando em parte a superficialidade do início. Alguns até apresentaram idéias bem próximas das aceitas cientificamente. Entretanto, os resultados também mostram que boa parte dos estudantes não compreendeu por completo o fenômeno de condução elétrica, devido a dificuldades na compreensão de outros conceitos e na organização das idéias já possuídas. Por isso sugere-se como uma forma promissora de abordagem da condutividade elétrica, as práticas experimentais alicerçadas por enfoques históricos e, principalmente, pautadas em perguntas e discussões. O presente trabalho também serve de parâmetro para a continuidade do projeto, o qual buscará sanar as lacunas conceituais ainda existentes nos estudantes após esta atividade.

## REFERÊNCIAS

- Andrade, B.L.; Ferrari, N. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.2, n. 2, dez., 2002.
- Bachelard, G. **A formação do espírito científico**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Contraponto editora, 1996.
- Binnie, A. Using the history of electricity and magnetism to enhance teaching. **Science & Education**, v. 10, n. 4, p. 379-389, jul., 2001.
- Boff, E.T.O.; Frison, M.D. Explorando a existência de cargas elétricas na matéria. **Química Nova na Escola**, n. 3, p. 41-44, maio, 1996.
- Driver, R.; Asoko, H.; Leach, J.; Mortimer, E.F.; Scott, P. Construindo o conhecimento científico em sala de aula. **Química Nova na Escola**, n.9, p. 31-40, maio, 1999.
- Giordan, M. A experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, nov., 1999.
- Hioka, N.; Santin Filho, O.; Menezes, A.J.; Yonehara, F.S.; Bergamaski, K.; Pereira, R.V. Pilhas de Cu/Mg construídas com materiais de fácil obtenção. **Química Nova na Escola**, n. 11, p. 40-44, maio, 2000.
- Höttecke, D. How and what can we learn from replicating historical experiments? A case study. **Science & Education**, v. 9, n. 4, p. 343-362, jul., 2000.

Lopes, A.R.C. Potencial de Redução e Eletronegatividade: Obstáculo Verbal. **Química Nova na Escola**, n. 4, p. 21-23, nov., 1996.

Maldaner, O.A. A pesquisa como perspectiva de formação continuada do professor de Química. **Química Nova**, v. 22, n.2, p. 289-292, mar./abr., 1999.

Mortimer, E.F. Concepções atomistas dos estudantes. **Química Nova na Escola**, n.1, p.23-26, maio, 1995.

Mulhall, P.; Mckittrick, B.; Gunston, R. A perspective on the resolution of Confusions in the teaching of electricity. **Research in Science Education**, v. 31, n. 4, p. 575-587, dez., 2001.

Okki, M.C.M. Eletricidade e a Química. **Química Nova na Escola**, n. 12, p. 34-37, nov., 2000.

Parente, L.T.S. **Bachelard e a Química no ensino e na pesquisa**. 1ª ed. Fortaleza: Ed. da Universidade Federal do Ceará/Stylus Publicações, 1990.

Peruzzo, T.M.; Canto, E.L. **Química na abordagem do cotidiano: Química Geral e Inorgânica**. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2000.

Romanelli, L.I. O papel mediador do professor no processo de ensino-aprendizagem do conceito átomo. **Química Nova na Escola**, n. 4, p.27-31, nov., 1996.

Rosa, M.I.P. **Investigações e ensino: articulações e possibilidades na formação de professores de Ciências**. 1ª ed. Ijuí, Ed. Unijuí, 2004.