

Analisando a construção de explicações individuais e coletivas em aulas sobre ligações iônicas, na 8ª série

Adalrcino Rodrigues da Costa¹, Jorgete Pereira Oliveira² e José Moysés Alves³

¹Núcleo Pedagógico Integrado e Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática. Universidade Federal do Pará (UFPA). E-mail: adalrc@ufpa.br.

²Universidade Estadual da Bahia e Programa de Pós-Graduação em Teoria e Pesquisa do Comportamento. Universidade Federal do Pará (UFPA). E-mail: jorgetepereira@uol.com.br.

³Faculdade de Psicologia. Universidade Federal do Pará (UFPA). E-mail: jmalves@amazon.com.br.

Resumo: A análise das interações do professor com os alunos que participam da aula é insuficiente para mostrar o que cada um dos alunos da turma trouxe para a interação e como foi modificado por ela. O presente artigo relata uma pesquisa realizada com uma turma de 8ª série do ensino fundamental, em que os alunos tiveram oportunidades de observar e explicar um fenômeno, de modo individual e coletivamente. Apresenta a análise do percurso de duas alunas, mostrando que as explicações individuais de ambas as alunas, inicialmente diferentes, foram modificadas durante as interações com os colegas e com o professor.

Palavras-chave: Ensino de ciências; trabalho em grupo; análise da interatividade.

Title: Analyzing the construction of individual and collective explanations in classes about ion-linkings, in elementary school eighth grade in Brazil

Abstract: The interaction analysis of the students who take part in the class with the teacher is insufficient to show how each classroom student contributes to the interaction and how he or she is affected by it. This article reports some results of a research conducted in an elementary school eighth grade class, in which the students could observe and explain a given phenomenon, individually and collectively. The individual trajectory analysis of two students showed that both individual explanations, initially different from each other, were modified during the interaction with the teacher and the colleagues.

Keywords: Science education, group work, interactivity analysis.

Introdução

Apesar do interesse crescente pelo papel das interações sociais na construção de conhecimentos, ainda são poucas as pesquisas desta natureza em aulas de química (Schnetzler, 2002). Não são muito conhecidas as maneiras através das quais os professores dão suporte ao processo de construção de significados em sala de aula (Mortimer e Scott,

2002). Também são pouco conhecidas as maneiras pelas quais os colegas constroem conhecimentos coletivamente.

A escassez de pesquisas apontada deve-se, provavelmente, ao fato de apenas recentemente as investigações sobre a interação professor-aluno terem mudado de foco. Nas décadas de 1960 a 80, os pesquisadores buscavam o estilo educacional mais eficaz. Levantavam comportamentos específicos dos professores relacionados a rendimentos acadêmicos dos alunos. Esta forma de investigação ficou conhecida como aproximação processo-produto. Na década de 1990, a preocupação das pesquisas mudou, centrando-se na análise dos processos interativos e nas formas pelas quais, em diferentes situações, é possível ajustar a ajuda educacional (Colomina, Onrubia e Rochera, 2004).

As pesquisas sobre interações entre alunos em sala de aula também mudaram de foco, recentemente. Segundo Colomina e Onrubia (2004), este assunto tem, atualmente, um enorme interesse teórico e prático. Nas décadas de 1970 e 1980, os estudos compararam diferentes formas de organização social nas aulas e constataram que a organização cooperativa era mais eficaz para o rendimento acadêmico e para a socialização que a organização competitiva e a individualista. Na década de 1990, verificou-se que esta superioridade das situações cooperativas era variável e passou-se a investigar os fatores e mecanismos responsáveis por essa variabilidade, considerando "...os processos interativos propriamente ditos ocorridos durante o trabalho em grupo." (p. 282).

Tais mudanças de foco dos estudos da interação professor-alunos e entre alunos aconteceram sob influência das perspectivas cognitivistas e construtivistas. Sob este novo enfoque, a aprendizagem passou a ser vista como um processo construtivo, interpessoal, sociocultural no qual participam tanto fatores cognitivos quanto fatores situacionais e contextuais. O ensino deixou de ser concebido como um processo de transmissão de conhecimentos, reconhecendo-se sua natureza social, lingüística e comunicativa. Neste processo, o professor passou a ter o papel de estruturar e guiar a construção de significados que os alunos realizam em um ambiente complexo de atividade e discurso, ajustando suas ajudas e seus apoios em função de como os alunos realizam tal construção (Colomina, Onrubia e Rochera, 2004).

A partir deste novo quadro de referência teórico, foram apontadas limitações à maneira como a pesquisa era realizada, anteriormente. A relação linear entre comportamentos do professor e aprendizagem dos alunos não era sustentável desta perspectiva. Também não era aceitável a apresentação do professor como um técnico que, para ser competente, devia aplicar receitas. Além disso, essa abordagem não levava em conta os processos intrapsicológicos, de natureza cognitiva, afetiva, emocional e motivacional envolvidos na construção de significados. Uma compreensão adequada de porque e como se ajusta a ajuda educacional à aprendizagem exigia uma análise dinâmica da construção da atividade conjunta em cujo interior se produz (ou não) tal aprendizagem (Colomina, Onrubia e Rochera, 2004).

O fato da mudança no referencial teórico ser recente também implica que a cultura escolar teve pouco tempo para reelaborar os novos significados e

as práticas pedagógicas ainda não foram transformadas. Esta é uma outra explicação para a escassez de pesquisas sobre a construção de conhecimentos em aulas de química: as práticas pedagógicas tradicionais dificultam este tipo de investigação. Em nosso meio, a interlocução em sala de aula é frequentemente centrada no professor e no conhecimento científico escolar. São raras as oportunidades que os alunos têm para explicitarem e debaterem as suas concepções particulares sobre os diversos assuntos. Segundo Mortimer (1998), "não damos voz aos nossos alunos, não escutam como descrevem suas experiências e seu mundo em sua linguagem cotidiana, às vezes irrefletida, lacunar. Tratamos esse conhecimento com desprezo, como algo inferior, que não tem o direito de cruzar os umbrais do saber de nossas salas de aula" (p. 108).

Entretanto, a linguagem é a nossa principal ferramenta cultural, que usamos para transmitir e compartilhar experiências, dando-lhes sentido de modo coletivo. Também é o principal meio através do qual representamos, para nós mesmos, nossos próprios pensamentos. Além disso, Segundo Mercer (1998) "... o discurso não é meramente a representação do pensamento na linguagem: é mais uma maneira social de pensar" (p. 14).

O processo de ensino e aprendizagem de química, como das demais disciplinas escolares, é um processo discursivo. Mesmo que a aula seja expositiva e o professor não considere a perspectiva dos alunos, para que ocorra aprendizagem é preciso que o aluno compreenda a fala do professor. A compreensão, segundo Bakhtin (1997), é sempre um processo ativo. Um processo em que o ouvinte, neste caso o aluno, contrapõe suas próprias palavras às palavras do interlocutor, neste caso o professor. Apenas através deste diálogo a aprendizagem pode acontecer.

Em geral, é difícil avaliar se este diálogo acontece nas salas de aula ou, dito de outra forma, é difícil avaliar quais dos alunos acompanham o raciocínio do professor e compreendem o que ele fala. A julgar pelas notas baixas nos exames vestibulares e pelos índices de reprovação durante o ensino médio, poucos alunos compreendem satisfatoriamente os conteúdos de química.

As abordagens que se opõem ao ensino tradicional, caracterizado pelo modelo de transmissão e recepção, têm enfatizado a necessidade de um diálogo explícito entre as diferentes perspectivas culturais representadas na sala de aula. Sendo o professor aquele que estrutura as interações na sala de aula, cabe a ele implementar e favorecer o diálogo. Neste sentido, a abordagem comunicativa do professor e o trabalho com pequenos grupos constituem contextos que podem favorecer a ocorrência de formas diferenciadas de interação. Só então é possível investigar a construção coletiva de conhecimentos.

No ensino tradicional predomina, quando não é exclusiva, uma abordagem comunicativa categorizada por Mortimer e Scott (2002) como não interativa e de autoridade, ou seja, só o professor fala e só a perspectiva do conhecimento científico escolar é valorizada. O professor pode interagir com os alunos, mas continuar privilegiando a perspectiva do conhecimento científico escolar. Neste caso sua abordagem é categorizada como interativa de autoridade. Segundo os autores, a abordagem comunicativa também pode ser interativa ou não interativa e dialógica,

quando outras perspectivas, além do conhecimento científico escolar têm oportunidades iguais a esta de se manifestar. Os autores recomendam que durante uma seqüência de ensino ocorram variações nas abordagens comunicativas.

Monteiro e Teixeira (2004) apresentam categorias de argumentação retórica, socrática e dialógica. Assim como aquelas apresentadas por Mortimer e Scott (2002) estas categorias tanto podem servir de inspiração para a atuação do professor, quanto para a análise de suas interações com os alunos em aula. Apoiados em seus resultados, os autores também recomendam o uso de diferentes recursos discursivos pelo professor para favorecer a construção de argumentos por parte dos alunos.

Entre as estratégias recomendadas para possibilitar interações diversificadas, não apenas do professor com os alunos, mas dos alunos entre si, destaca-se o trabalho em grupo. Esta estratégia é defendida, entre outros autores, por Piaget e Vygotsky.

Piaget (1935/1998) argumentava que a colaboração dos alunos entre si era necessária dada a dificuldade do professor em se fazer compreender ou transmitir diretamente os conteúdos. Segundo o autor, o sujeito é ativo, mas o pensamento racional não está pré-formado. A lógica nasce da discussão com os outros. A formação da personalidade, tanto no sentido de tomada de consciência do eu, quanto no sentido de situar-se entre diferentes perspectivas, é resultante do atrito com os outros, da oposição de vontades e opiniões, da discussão, dos conflitos e da compreensão mútua. Ele argumentava que o trabalho em grupo favorecia a autonomia moral e intelectual do sujeito.

Vygotsky (1934/1993) também argumentava que o ensino direto de definições verbais de conceitos se mostraria infrutífero. Ele entendia que o desenvolvimento dos conceitos científicos só poderia acontecer na interação com os conceitos cotidianos. Também defendia a tese de que a reflexão individual se originava da discussão com os outros, argumentando que os progressos na generalização dependiam da comunicação com os outros e esta, por sua vez, dependia dos avanços da generalização.

Em colaboração com o outro, o indivíduo consegue fazer mais do que aquilo que ele pode fazer sozinho. Este nível de desenvolvimento potencial, alcançado nas interações com adultos ou parceiros mais capazes, faz avançar o nível de desenvolvimento real, caracterizado pelos problemas que o sujeito consegue solucionar de forma independente. À distância entre os dois níveis, Vygotsky (1934/1993) chamou de zona de desenvolvimento proximal. O conceito de zona de desenvolvimento proximal tem implicações importantes para o trabalho em grupo e para a maneira de tratar a heterogeneidade em sala de aula.

Tudge (1996), entretanto, argumenta que existem circunstâncias em que a interação com o outro pode resultar em regressão no desenvolvimento. Apoiado nos resultados de suas pesquisas com duplas de crianças resolvendo tarefas piagetianas, ele afirma que "... as crianças provavelmente regredirão em suas formas de raciocínio quando defrontadas com parceiros menos competentes, quando não confiam em seus próprios pontos de vista e quando não lhes é fornecido feedback." (p. 163).

Apesar da importância da participação do professor na estruturação dos grupos e no monitoramento de suas atividades, ainda conhecemos pouco sobre os critérios usados para estruturar os grupos e sobre a influência destes direcionamentos para a interação entre os parceiros.

Zabala (1998) recomenda variar a configuração e o grau de homogeneidade dos grupos. Segundo o autor, existem vantagens em trabalhar tanto com grupos de alunos com características semelhantes quanto com grupos que apresentem características diferentes.

Colomina e Onrubia (2004), também recomendam diversificar os tipos de agrupamentos empregados em diversos momentos. Eles consideram que não existem formas ótimas, válidas para todos os alunos em todas as situações.

O trabalho coletivo não pode ser valorizado em detrimento da elaboração individual. Segundo Zabala (1998), "... a aprendizagem por mais que se apóie num processo interpessoal e compartilhado, é sempre, em última instância, uma apropriação pessoal, uma questão individual" (p. 127) Segundo o autor, o trabalho individual é especialmente útil para a memorização de fatos e conceitos.

Da mesma forma que a implementação do diálogo em sala de aula, a adoção de formas de avaliação dinâmicas favorecem o estudo da construção de conhecimentos nas interações sociais.

A avaliação educacional tradicional é um processo em que os alunos são testados individualmente sobre aquilo que eles conseguem fazer de forma independente. Ela tem se prestado apenas para selecionar e classificar os alunos. Lunt (1995) caracteriza esta forma de avaliação como uma avaliação estática, que não examina as potencialidades dos alunos. Uma avaliação dinâmica, leva em conta a participação do outro no desenvolvimento individual e traz informações para o aperfeiçoamento do processo ensino, enquanto ele está acontecendo.

A análise do desempenho individual antes e depois de um período de instrução, por um lado, não é suficiente para esclarecer como o ensino exerce a sua influência no desenvolvimento do aluno. Por outro lado, como o nível de participação individual na aula é bastante diferenciado, a análise das interações dos alunos que participam da aula é insuficiente para mostrar o que cada um dos alunos da turma trouxe para a interação e como foi modificado por ela.

Neste sentido, o presente estudo objetivou analisar a construção individual e coletiva de explicações sobre ligações iônicas, em uma 8ª. série do ensino fundamental. A análise considerou a contribuição das interações com o professor e com os colegas para a modificação dos conhecimentos prévios trazidos pelos alunos.

O cenário e as ferramentas da investigação

A coleta de informações para a presente pesquisa foi realizada no Núcleo Pedagógico Integrado da Universidade Federal do Pará (NPI/UFPA). O NPI atende os níveis de Ensino Fundamental e Ensino Médio, nos turnos matutino e vespertino. A Educação de Jovens e Adultos e o Curso de

Magistério Habilitação em Educação Infantil funcionam à noite. O NPI/UFPA foi criado em 1976, para oferecer escolaridade aos filhos de professores e funcionários da UFPA e, também, para servir como campo de prática de ensino e estágio para os estudantes da referida universidade. Atualmente, o NPI também recebe alunos da comunidade extra-universitária. O NPI/UFPA é uma das maiores escolas de aplicação do Brasil. Segundo os dados do relatório anual de 2004, a escola tinha 221 professores, 78 servidores e 2120 alunos.

O primeiro autor deste trabalho é professor do NPI/UFPA e leciona a disciplina Ciências para a 8ª série do Ensino Fundamental. Intrigado com o desenvolvimento da construção da linguagem da Química, resolveu investigar o processo de ensino-aprendizagem, com os alunos de uma de suas turmas. Para tanto, contou com a orientação e co-orientação do terceiro autor e da segunda autora, respectivamente. A investigação ocorreu durante os meses de setembro e outubro de 2004, duas vezes por semana.

A turma pesquisada era composta de 29 alunos adolescentes com idades variando entre 13 e 15 anos, sendo 12 alunos do sexo masculino e 17 do sexo feminino. O nível sócio-econômico dos alunos era bastante diferenciado.

Durante o período da coleta de informações na escola, as aulas foram (re)planejadas e avaliadas pelos autores do presente artigo. Nas reuniões de (re)planejamento, a equipe decidiu que o conteúdo deveria ser trabalhado a partir de questões contextualizadas, para as quais os alunos pudessem formular respostas com base em suas experiências anteriores, garantido, desta forma, as interações dialógicas nas aulas de ciências. Em vez de começar o estudo com os elementos químicos, a equipe considerou interessante partir da observação das substâncias (e de suas propriedades). Planejou o estudo das ligações químicas – iônica, molecular e metálica - a partir de uma situação concreta específica: água (destilada), cloreto de sódio (sal de cozinha) e alumínio (quentinha). Com o intuito de realizar uma experimentação de fácil observação para toda a turma, utilizando aparatos simples, decidiu que os alunos observariam a propriedade específica da condução da corrente elétrica naquelas substâncias. A distinção entre substâncias condutoras e não-condutoras da corrente elétrica é importante na classificação das substâncias iônicas (forma sólida – não conduz, líquida – conduz), moleculares (forma sólida – não conduz, líquida – não conduz) e metálica (forma sólida – conduz, líquida – conduz).

Antes de realizar a demonstração experimental, tentando relacionar o conteúdo escolar com as experiências cotidianas dos alunos, o professor conversou com eles fazendo perguntas do tipo: "Você já levou choque elétrico? Onde foi? Em que situações as pessoas tomam choque elétrico? Toda substância conduz a corrente elétrica? As soluções aquosas conduzem a corrente elétrica? Por que certas substâncias conduzem a corrente elétrica?" Depois, o professor realizou a demonstração experimental e, em seguida, os alunos tiveram oportunidades de formular explicações para os fatos observados em cinco momentos diferentes: individualmente; em grupos formados espontaneamente; em grupos recombinaados; com a turma toda e, novamente, cada um formulou a sua resposta individual.

O planejamento da unidade didática previa que, a partir da compreensão das ligações iônicas, moleculares e metálicas, nestas substâncias específicas da demonstração experimental, os alunos pudessem, trabalhando com um jogo de combinações de elementos químicos pela sua distribuição eletrônica, generalizar o conceito de ligação química, diferenciando as ligações iônicas, moleculares e metálicas. No decorrer das aulas, entretanto, depois que os grupos espontâneos se reuniram e formularam suas explicações para os três sistemas observados, a equipe decidiu que os alunos deviam focalizar a explicação da diferença da condução da corrente elétrica no sal sólido e no sal misturado com a água. Entendeu que seria mais fácil eles compreenderem, primeiro, uma ligação iônica para depois diferenciá-la de outra, molecular, e depois de outra, metálica. No presente artigo, são analisadas as aulas em que os alunos construíram, individual e coletivamente, explicações para a diferença na condutividade da corrente elétrica do cloreto de sódio no estado sólido e no estado líquido.

A coleta de informações

Foram realizadas seis aulas sobre o tema das ligações químicas. Todas as aulas foram registradas em vídeo e em áudio, com o auxílio de uma filmadora e três pequenos gravadores cassete, que foram distribuídos quando os alunos se organizaram em grupos. Também foram coletadas as respostas escritas individuais e dos grupos de alunos, em quatro dessas aulas.

Na primeira aula, depois de uma discussão com a turma sobre situações em que os alunos já tinham levado choques elétricos, o professor demonstrou a condução da corrente elétrica nos sistemas água destilada, cloreto de sódio e alumínio. Depois, motivou os alunos para dialogarem sobre as hipóteses que eles tinham em relação à condução da corrente elétrica nesses sistemas. Em seguida, os alunos anotaram uma pergunta para responder em casa: "quais os sistemas que conduzem e quais os que não conduzem a corrente elétrica?"

Na segunda aula, o professor dividiu a turma em cinco grupos com, no máximo, sete alunos. A escolha dos participantes de cada grupo foi feita pelos próprios alunos de acordo com suas afinidades. Durante a aula, os alunos discutiram nos grupos suas explicações para a condução ou não da corrente elétrica nas substâncias água pura, sal e alumínio. Após o debate em grupo, cada aluno redigiu uma explicação para o fato da condução ou não da corrente elétrica nas substâncias água pura (destilada), cloreto de sódio e alumínio, na forma sólida e na forma líquida.

Na terceira aula os alunos organizaram-se nos mesmos cinco grupos formados, espontaneamente, na aula anterior. Neste momento, cada aluno apresentou sua resposta escrita individual, debatendo com seus colegas a construção de uma resposta do grupo, para os sistemas em estudo. O professor deu atenção para cada um dos grupos, checando o entendimento dos alunos, confrontando seus pontos de vista e incentivando-os a produzirem uma resposta escrita consensual.

Para a quarta aula, foram organizados quatro grupos. Os grupos foram recombinaados de acordo com dois critérios. Primeiro, tentando garantir que

todas as opiniões diferentes, formadas anteriormente, estivessem representadas em cada grupo. Segundo, juntando pelo menos dois alunos que haviam demonstrado boa iniciativa para o diálogo, sendo oriundos de dois grupos diferentes. Metade dos alunos ficou no Laboratório 2 e metade no Laboratório 3, separados por uma porta, para minimizar a interferência do ruído resultante dos debates. Um grupo foi registrado com uma filmadora e três com gravadores. O grupo filmado foi escolhido aleatoriamente. Nessa aula, os alunos debateram uma resposta para a seguinte pergunta: por que o sal não conduz a corrente elétrica quando está no estado sólido e conduz quando está misturado com a água? Da mesma forma que na aula anterior, o professor deu atenção para cada um dos grupos, checando o entendimento dos alunos, confrontando seus pontos de vista e incentivando-os a produzirem uma resposta escrita consensual. Mas desta vez ele já introduziu alguns significados novos nas discussões. Explicou para alguns alunos, por exemplo, que o sal sólido não conduzia a eletricidade, pois os íons sódio (carga elétrica positiva) e cloreto (carga elétrica negativa), quando ligados se neutralizavam. Só quando dissolvidos na água, com a dissociação iônica, os íons positivos e negativos ficavam "livres", com mobilidade na solução, e portanto podiam conduzir a corrente elétrica.

Na quinta aula, os alunos, organizados nos mesmos grupos recombina- dos da aula anterior, tiveram dez minutos para preparar a apresentação de suas explicações para a turma toda. Em seguida, os alunos do mesmo grupo recombina- do sentaram um ao lado do outro, em carteiras arrumadas no formato da letra "U" de frente para o quadro branco. Cada grupo apresentou para a turma toda suas respostas para a questão: "por que o sal não conduz a corrente elétrica quando está no estado sólido e conduz quando está misturado com a água?" Ao final de cada apresentação, a turma debateu as hipóteses levantadas e o professor também participou dessas discussões, tentando garantir que os alunos se aproximassem da explicação para o referido fenômeno aceita pelo conhecimento científico escolar. Neste dia, não houve tempo para a apresentação de um dos grupos recombina- dos, ficando sua apresentação para a próxima aula.

Na sexta aula, o último grupo recombina- do apresentou sua resposta e discutiu com a turma toda. Após a apresentação do grupo, o professor pediu que os alunos sentassem nas carteiras enfileiradas para responder individualmente e por escrito a mesma pergunta.

A análise dos dados

Foram analisadas, em primeiro lugar, as respostas escritas de cada aluno e de cada grupo, nos diferentes momentos. Em segundo lugar, foram transcritas as gravações e analisados os diálogos nos grupos.

A resposta escrita inicial e final de cada aluno, bem como as dos grupos espontâneo e recombina- do do qual ele participou foram comparadas. As respostas escritas foram comparadas em seu conteúdo, e categorizadas como descrições, explicações ou generalizações, de natureza empírica ou teórica (Mortimer e Scott, 2002). A cada momento, verificou-se se novos elementos foram acrescentados, reformulados ou subtraídos da resposta.

Após a análise das respostas escritas, identificadas as mudanças no conteúdo, investigou-se, nas transcrições dos diálogos que ocorreram em sala de aula, as contribuições do professor e as dos colegas para tais mudanças, bem como a forma como elas foram construídas microgeneticamente nas interações sociais. Para a análise das transcrições dos diálogos dos grupos, utilizamos a ferramenta analítica proposta por Mortimer e Scott (2002).

Na dissertação de mestrado que deu origem ao presente artigo, Costa (2005) analisou as respostas escritas e as discussões de todos os sete alunos que participaram de um dos grupos recombinados. Por falta de espaço, no presente artigo, apresentamos a análise pormenorizada das respostas e dos diálogos ocorridos durante as aulas entre duas alunas, que denominamos A_{16} e A_{20} . Elas foram as alunas que mais participaram no referido grupo.

Análise das respostas escritas

A seguir vamos ilustrar os percursos das alunas A_{16} e A_{20} , comentando suas respostas escritas e mostrar como suas concepções se modificaram a partir de suas interações e das interações com o professor e os colegas.

A aluna A_{16}

A aluna A_{16} apresentou sua resposta individual 'inicial, com uma explicação que incorporava termos teóricos pertinentes, mas sem domínio conceitual.

A_{16} : O sal em estado sólido também não apresenta substância necessária para isso. Ao contrário do que quando está no estado líquido que ao se misturar com a água solta substâncias do tipo dos íons que conduzem a carga elétrica.

Nesta resposta, a aluna fez confusão entre os conceitos de *íons* e *substâncias*. Condição a condução da corrente elétrica no sal misturado com água aos íons liberados, mas sem especificar quais seriam estes íons nem como eles transmitiriam a corrente elétrica. Não demonstrou entendimento de que os íons sódio e cloreto estavam presentes, ligados, no sal sólido.

Os alunos do grupo espontâneo, do qual A_{16} participou, apresentaram uma resposta avançada em relação a resposta inicial desta aluna, porque conseguiram uma explicação teórica.

Grupo espontâneo: No estado sólido não conduz eletricidade, pois os íons estão presos uns aos outros pela atração dos elétrons. Já no estado líquido conduz luz elétrica, pois as moléculas da água estão separando os íons, assim tendo liberdade para se movimentar e conduz a luz elétrica.

Esta explicação apresenta como novidade em relação à resposta anterior de A_{16} a afirmação da não condutividade, no sal sólido, pela proposição da imobilidade dos íons *presos* pela *atração dos elétrons*. Além disso, aponta a ação das moléculas da água separando os íons, como causa da liberdade e mobilidade iônica, possibilitando a condução da eletricidade, no sal misturado com água.

No grupo re combinado, do qual A₁₆ participou, os alunos apresentaram uma explicação teórica, com elementos novos.

Grupo re combinado: O Sal quando está no estado sólido, não conduz a corrente elétrica, pois os íons estão presos pela atração elétrica do NaCl, que por serem opostos se atraem, assim não deixando os íons livres para transitarem e conduzir a corrente elétrica. Ao se misturar com água ele deixa o estado sólido, ficando em estado líquido. // Isso acontece, pois ao se misturar com a água as moléculas da mesma agem separando os íons que se dissolvem na água. Dessa forma os íons ficam livres para transitar conduzindo a eletricidade. // No estado sólido não conduz eletricidade, pois está estável, ou seja, não tem carga negativa nem positiva, isso aconteceu, pois houve uma doação de elétrons.

A resposta do grupo re combinado avança em relação a resposta individual inicial de A₁₆ e a do seu grupo espontâneo, porque especifica que a atração elétrica dos íons ocorre devido a ação das cargas elétricas opostas dos mesmos. Também é novidade nesta resposta a noção de *estabilidade*. Entretanto, os alunos confundem estabilidade com neutralidade, definindo estabilidade pela ausência de carga positiva e negativa. A resposta inclui ainda, como novidade, a noção de *doação de elétrons*, embora os alunos não mencionem quem ganha e quem perde elétrons.

Na sua resposta individual final, a aluna A₁₆ apresentou uma explicação teórica.

A₁₆: O NaCl no estado sólido não conduz a corrente elétrica, pois ele está neutro. Ele se tornou neutro quando o ¹¹Na doou um elétron para o ¹⁷Cl para que assim os dois ficassem com 8 elétrons na última camada, aproximando-se dos gases nobres e assim como eles se tornando estáveis. A soma do Na⁺¹ e do Cl⁻¹ dá um resultado neutro impossibilitando assim que o NaCl no estado sólido possa conduzir a corrente elétrica. // Quando se mistura o NaCl com a água, as moléculas desta agem em função de os separar e assim acabando com a neutralidade e a atração que exista quando estava no estado sólido. Ao por os eletrodos na água a parte positiva atrai o Cl⁻, que atrai o Na⁺ e daí por diante possibilitando assim que o NaCl na forma líquida possa conduzir a corrente elétrica.

Esta explicação mostra avanços em relação a resposta do grupo re combinado. A₁₆ justifica a não condutividade elétrica do sal sólido pela neutralidade da carga elétrica, não mais confundindo estabilidade com neutralidade. Representa, usando simbologia adequada, os íons sódio (Na⁺¹) e cloreto (Cl⁻¹). Explica que os íons positivos e negativos ligam-se entre si e com os eletrodos, fechando o circuito que conduz a eletricidade. Ainda é novidade, que demonstra o progresso da aluna A₁₆ nesta resposta final, a noção do ganho de estabilidade pela perda e ganho de um elétron, respectivamente, para os átomos de sódio e cloro, representados pelos signos com seus números atômicos – sódio (¹¹Na) e cloro (¹⁷Cl). Também acrescenta a explicação de que o sódio doa um elétron para o cloro, ficando cada um com oito elétrons na última camada, adquirindo ambos estabilidade semelhante a dos gases nobres.

A aluna A₂₀

Em sua resposta individual inicial, a aluna A₂₀ apresentou uma explicação que se fundamentava em uma generalização empírica.

A₂₀: Quando o sal está no estado sólido o metal presente nele não prevalece e por isso não conduz energia, mas, quando ele é colocado na água, os elementos que ficam em cima do metal dissolvem na água, o metal prevalece e o mesmo conduz eletricidade.

Esta explicação condiciona a condutividade elétrica ao metal presente no sal. Na afirmativa da aluna A₂₀ – Quando o sal está no estado sólido o metal presente nele *não prevalece*, está implícita, a idéia, de uma espécie de isolamento do metal, no sal sólido. E, para o sal misturado com água, na expressão de A₂₀ – ... quando ele é colocado na água, *os elementos que ficam em cima do metal dissolvem na água, o metal prevalece* e o mesmo conduz eletricidade, fica subentendido, que este isolamento desaparece e o metal conduz a eletricidade. Assim, consideramos esta resposta uma explicação, que incorpora o termo teórico “elemento”, mas fundamentada em uma generalização empírica – tudo o que conduz eletricidade tem que ter o metal. Entendemos que a aluna A₂₀ trouxe esta generalização empírica de suas experiências do cotidiano. A aluna A₂₀, nesta resposta, atribuiu a uma entidade microscópica (elementos) um caráter macroscópico (ficam sobre o metal).

As idéias iniciais da aluna A₂₀ predominaram no grupo espontâneo do qual ela participou. Este grupo apresentou uma resposta escrita muito semelhante a resposta inicial de A₂₀, com uma explicação fundamentada na mesma generalização empírica.

Grupo espontâneo: O sal não conduz energia no estado sólido porque contém muitos elementos que ficam sobre o metal e quando é dissolvido na água o metal prevalece e conduz a energia.

Esta resposta não acrescenta nada de novo à resposta anterior de A₂₀.

O grupo recombinação, do qual a aluna A₂₀ participou, apresentou uma explicação teórica com elementos novos em relação às respostas anteriores de A₂₀ (trata-se da mesma resposta do grupo recombinação, transcrita anteriormente, na análise das respostas de A₁₆). Esta resposta é mais avançada do que a individual inicial de A₂₀ e a do grupo espontâneo que ela integrou, porque não vincula a condução elétrica à prevalência do *metal* no sal. Esta resposta nem menciona mais o metal. Avança em relação às respostas anteriores também, porque a expressão *elementos* é substituída pelo termo *íons*. São novidades nesta resposta, primeiro, a noção dos íons *presos* (que consideramos uma idéia embrionária de ligação) no sal sólido pela atração de suas cargas opostas. Outra novidade é a idéia da *ação das moléculas da água separando* os íons, na justificativa da condução da eletricidade do sal misturado com água. Também é idéia nova, a relação da *movibilidade* dos íons com a condutividade elétrica. Ainda como novidade, este grupo recombinação apresenta a justificativa de que o ganho de estabilidade, no sal sólido, acontece pela doação de elétrons. Entretanto, como já mencionamos anteriormente, esta resposta confunde a idéia de estabilidade com neutralidade da carga elétrica total do sal.

Em sua resposta individual final, a aluna A₂₀ demonstrou progresso em relação a sua primeira resposta individual, porque em vez de uma explicação fundamentada em uma generalização empírica, conseguiu formular uma explicação teórica.

A₂₀: Por que quando ele está no estado sólido o Na e o Cl eles estão grudados por causa da atração entre eles o Na tem -1 e o Cl tem +1 e carga positiva com negativa se atraem não conduzindo assim energia elétrica, mas quando são jogados na água, os íons se soltam, fazendo com que eles fiquem soltos na água, prontos para agir conduzindo assim energia elétrica.

Comparada à resposta do grupo re combinado, a resposta individual final de A₂₀, avança, quando faz referência à atração iônica, no sal sólido, representando as cargas -1 e +1, respectivamente, para os íons sódio e cloreto. Entretanto, a aluna A₂₀ deixou de incorporar algumas conquistas do grupo re combinado em sua resposta final. Ela não mencionou o fato das moléculas da água separarem os íons nem explicou a estabilidade, pela troca de elétrons.

Análise das interações do grupo re combinado

A seguir são ilustradas algumas das contribuições das interações para a construção das respostas das alunas A₁₆ e A₂₀. No início do grupo re combinado, elas debateram, apresentando hipóteses ou explicações diferentes para as perguntas formuladas. Ao longo da discussão do grupo, por um lado, A₂₀ abandonou sua explicação inicial, aderindo à argumentação de A₁₆. Por outro lado, A₁₆ ganhou elementos novos para formular sua explicação de uma forma mais complexa.

Como aluna A₂₀ formulou e depois abandonou a sua hipótese?

No episódio transcrito a seguir, dos turnos 197 até 217, os alunos debateram, sem a presença do professor, a explicação de A₂₀ de que o sódio é um metal e por isso não dissolve na água.

T197 A₂₀ – Não!... O sódio não dissolve!

T198 A₂ – O sódio é um metal.

T199 A₁₆ – E se dissolver? (Os alunos do grupo ficam rindo)... Nós achamos que o cloro dissolve... Eu pensava que os dois dissolviam... Ta tudo lá...

T200 A₂₀ – Pra mim não dissolve... O sódio é um metal... A gente viu que o metal não dissolve na água!... O sódio é um metal, então não dissolve na água!... Nós fizemos uma pesquisa e o livro falava... (Os alunos pesquisaram por seus próprios interesses. O professor não solicitou pesquisa bibliográfica)

T201 A₁₆ – Eu não sei, porque eu nunca li sobre isso!

T202 A₂₀ – Eu sei que não dissolve! (Os alunos do grupo ficam rindo)

T203 A₂₀ – Eu não li no livro. Eu pesquisei!

T204 A₂ – Como é que tu sabes então?

T205 A₂₀ – Porque o professor colocou o metal na água... (Está se referindo ao experimento de condução da corrente elétrica no alumínio).

T206 A₁₆ – O metal na forma que ele estava... Ele não dissolveu é lógico, mas eu acho que é possível o metal dissolver! (Os alunos do grupo ficam rindo)

T207 A₂ – Mas só que ele está no estado sólido... E o metal quando está no estado líquido?

T208 A₂₀ – Sim...

- T209 A₁₆ – De repente algum detalhe faz ele derreter!
T210 A₂₀ – E derrete!... Mas na água vai derreter o metal?
T211 A₁₆ – Não! É, mas depois que derrete... Não sei...
T212 A₂₀ – Pra mim o metal não dissolve na água!... Não dissolve!...

Neste episódio a aluna A₁₆ contestou A₂₀, primeiro colocando em dúvida sua explicação, no turno 199, em seguida, no turno 201, afirmando não ter lido nada sobre o assunto, e também, apontando outras circunstâncias onde a afirmação de A₂₀ poderia não ser válida (turnos 206 e 209).

A aluna A₂ colaborou com A₁₆ nos seus questionamentos, pedindo que A₂₀ justificasse sua resposta (T. 204) e apoiando A₁₆ ao afirmar que o metal tem a forma sólida e a forma líquida (T. 207).

Diante destes questionamentos, A₂₀ argumentou, primeiro, usando o raciocínio dedutivo. Apoiando-se em uma descrição teórica (o sódio é um metal) e numa generalização empírica (a gente viu que o metal não dissolve na água), concluiu que o sódio é um metal, então não dissolve na água (T. 200).

Um segundo argumento usado por A₂₀ foi um argumento de autoridade. Para responder ao questionamento de A₁₆, que afirmou não ter lido sobre o assunto, A₂₀ contestou – *eu não li no livro, eu pesquisei!* (T. 203). Neste debate fica claro a autoridade, e o valor que as duas alunas atribuem ao livro e à pesquisa.

O terceiro argumento usado por A₂₀, ao ser questionada por A₂ a justificar sua opinião, foi um apelo aos fatos. *Porque o professor colocou o metal na água* (T. 205).

E, por fim, A₂₀ argumentou com uma contestação ao questionamento de A₁₆, fazendo outra pergunta. *Mas na água, vai derreter?* (T. 210).

No final deste episódio, A₂₀ pareceu ter saído fortalecida do debate e afirmou com ênfase. *Pra mim o metal não dissolve na água... não dissolve!* (T. 212).

Quando o professor retornou ao grupo, na seqüência dos turnos 218 até 274, dialogou com a aluna A₂₀, procurando fazê-la entender que a condução da corrente elétrica no sal não deveria ser atribuída ao elemento metálico e sim aos íons sódio e cloreto, transitando livres em solução devido à dissociação iônica.

T218 P – Fechando aqui a discussão de vocês, que eu já venho!

T219 Silêncio no grupo.

T220 P – Aí tem dúvidas?... Sim, diga lá! (O professor fala com a aluna A₁₆)

T221 A₁₆ – Ainda temos dúvidas aqui, eu e ela!

T222 A₂₀ – Ela diz que dissolve na água e eu digo que não dissolve... Entende?

T223 P – O que dissolve?

T224 A₂₀ – Eu acho que não dissolve, porque o sódio é um metal e um metal não dissolve na água.

T225 P – Durante a experiência você prestou bem atenção quando misturou o NaCl na água... E eu misturei bem... Ficaram grãosinhos?

T226 A₂₀ – Ficou sim!

T227 P – Hem!

T228 A₂₀ – Ficou!

T229 P – E esses grãosinhos você diz que é de sódio?

T230 A₂₀ – É.

T231 P – É sódio?

T232 A₂₀ – É.

T233 P - Quando você coloca o açúcar na água e mexe o açúcar, ele dissolve na água?

T234 A₂₀ – Dissolve.

T235 A₁₆ – Dissolve.

T236 A₂ – Não.

T237 A₁₆ – Depende da quantidade!

T238 P – Depende da...

T239 A₁₆ – Depende da quantidade.

T240 P – Não estaria acontecendo isto com o sal?... Por exemplo, quando você está colocando na água...

T241 A₂₀ – O que?

T242 P – Imagine que você está com o sódio e o cloro, né... Sódio e cloro que está dissolvido na água... Se só o cloro dissolve e o sódio não dissolve... Pela lógica deveria o que?... Se você fosse nessa lógica... Deveriam restar no fundo mais grãos, não é isso?... Se todo o cloro dissolvesse só ficando o sódio, então deveria ficar no fundo...

T243 A₁₆ – Metade ia ficar no fundo!

T244 P – Metade ia ficar no fundo, muito mais grãos... Certo?... E, aí?... Mesmo que... Mesmo que o sódio não tenha se dissolvido... Porque você diz que é ele o responsável pela condução da corrente elétrica, e o cloro não é?

T245 Os alunos ficam em silêncio.

Neste episódio, do turno 225 ao 244, com uma abordagem interativa dialógica, o professor explorou as idéias dos alunos e deu forma aos significados das explicações de A₂₀ (T. 200 e 224), provocando, mediante feedbacks, as (re)elaborações dos significados construídos pelos alunos.

O professor tentou convencer A₂₀, argumentando que se o elemento químico cloro dissolvesse e o sódio não dissolvesse, quando colocasse o sal na água, metade iria ficar aparecendo no fundo do recipiente com água, o que não tinha acontecido na experiência que os alunos observaram. Mas, quem respondeu, demonstrando ter entendido o raciocínio do professor, foi a aluna A₁₆, dizendo que metade dos grãos do cloreto de sódio iria ficar no fundo (T. 243). O professor não tinha evidências de que a aluna A₂₀ estava convencida deste argumento contrário a sua hipótese.

Então, o professor tentou outro argumento.

T246 P – É pela propriedade do metal, é isto?

T247 A₂₀ – É.

T248 P – O metal conduz corrente elétrica... Ta! Agora o que é elemento químico sódio?

T249 A₂₀ – Sódio!

T250 P – O elemento químico sódio é metal?

T251 A₂₀ – É.

T252 P – E o Alumínio?

T253 A₂₀ – Também é metal.

T254 P – O alumínio tem o que junto com o alumínio?... Quando você tem alumínio no estado sólido... O alumínio... Nessa substância alumínio, quantos elementos químicos têm lá?

T255 A₂₀ – No alumínio?

T256 P – É.

T257 A₂₀ – Um!

T258 P – Só o alumínio... Na substância Cloreto de sódio, quantos elementos tem lá?... Na fórmula?...

T259 A₂₀ – Tem dois.

T260 P – Sódio e...

T261 A₂₀ – Cloro.

T262 P – Aí, já não tem uma diferença?

T263 A₂₀ – Já!

T264 P – Certo! Então é a primeira diferença... A segunda é com relação aos íons, que ela falou não é mesmo?... Se um é positivo e outro é negativo, porque o negativo dissolve e o positivo não dissolve?... Sendo um negativo e o outro positivo, porque só o que tem carga negativa dissolve e o outro não?... É outra coisa a pensar!... Veja!

T265 A₂₀ – Eu acho que é assim... Eu estou falando que o sódio não dissolve na água, porque ele é um metal... Porque pra mim metal não dissolve na água!

T266 P – Agora, o problema é você estar confundindo elemento químico com substância química... Porque, por exemplo, o alumínio que nós vimos na experiência da quentinha... Ali é uma substância química!... Alumínio com alumínio... E quando você tem só o sódio... Você tem uma substância química, quando você tem só o sódio?... Ou você tem o elemento químico sódio?... No Cloreto de Sódio?...

T267 A₂₀ – No cloreto de sódio?

T268 P – Por exemplo, você tem o sódio no cloreto de sódio. O sódio do cloreto de sódio é um elemento químico ou é uma substância?

T269 A₂₀ – Elemento!

T270 P – Então aí existe uma diferença entre elemento químico e substância química, que precisa ficar marcante... Agora é importante a colega tentar explicar porque a carga positiva atrai a carga negativa (Faz referência a aluna

A₁₆)... No estado sólido, aí está sendo atraído... E quando libera na água, aí vai transmitir a corrente elétrica...

T271 A₁₆ – Porque vai liberar...

T272 P – Por que na água libera e conduz a corrente elétrica?

T273 A₁₆ – Eles se soltam...

T274 P – Mas o que favorece a condução da corrente elétrica quando íons positivos e negativos estão soltos na água?... Esta é a questão de vocês... (O professor motiva o debate e vai conversar com outro grupo).

Na sequência dos turnos 244 a 263, o professor questionou A₂₀ sobre a razão de ela ter considerado que o sódio era responsável pela condução da corrente elétrica. Informado de que ela estava fazendo uma analogia entre a propriedade do alumínio, que ela havia observado na demonstração experimental e o sódio, que ela sabia que era um metal, tentou estabelecer uma diferença entre a substância alumínio (que tem só um elemento na sua fórmula) e o cloreto de sódio (que tem dois elementos na fórmula).

Adiante, ainda com a intenção de desestabilizar a hipótese de A₂₀, o professor pediu que ela explicasse porque só o íon negativo dissolveria na água e o íon positivo não (T. 264). Diante da insistência de A₂₀ de que o sódio era um metal e não dissolvia, afirmou que ela estava confundindo substância química com elemento químico (T. 266). Neste momento, diferentemente dos momentos anteriores, adotou uma abordagem interativa de autoridade, fazendo uma clara avaliação negativa da resposta da aluna.

No episódio transcrito a seguir, o professor não estava presente. Os alunos (re)elaboraram significados, tentando construir a resposta escrita para as perguntas. Os diálogos aconteceram, predominantemente, entre as alunas A₁₆ e A₂₀. Os demais alunos tiveram uma participação periférica nas discussões.

T275 A₁₆ – Eles estão soltos. Eles ficam em liberdade... Sei lá! Pra transmitir, porque quando estão soltos o sódio... (Os alunos do grupo ficam brincando e atrapalham a falação da aluna A₁₆)

TT276 A₂₀ – Onde é que grava é aqui ou aqui? (A aluna A₂₀ checa o funcionamento do gravador)... Não, pra mim, quando está no estado sólido eles ficam presos... Ta certo!... E quando eles são colocados na água, eles ficam...

T277 A₁₆ – Eles ficam...

T278 A₂₀ – Eles ficam soltos porque um é metal.

T279 A₁₆ – É a molécula...

T280 A₂₀ – É a molécula que separa eles... Com isso o sódio vai para um lado e o cloro vai pro outro.

T281 A₁₆ – Aí...

T282 A₂₀ – Aí eles ficam livres!

T283 A₁₆ – Ficam livres um do lado do outro para conduzir.

T284 A₁₃ – Meu clima favorável! (Os alunos do grupo ficam rindo)

T285 A₁₆ – Ficam livres para transitar (A aluna fica rindo)... E isso faz a corrente elétrica... Isso faz conduzir a corrente elétrica... É isso!... Me lembrei agora o que o professor falou (Faz referência a fala do professor relativa a condução da corrente elétrica no cloreto de sódio).

T286 A₂₀ – Por que ficam livres para conduzir a corrente elétrica?

T287 A₁₆ – Porque eles estão livres para transitar... Para! (Um aluno faz uma brincadeira)... Por que na água eles ficam soltos e livres para transitar e conduzir a corrente elétrica.

T288 A₁₃ – Então escreve aí!

Entre os turnos 289 e 300 os alunos brincaram e não discutiram o assunto

T301 A₁₆ – Ele não conduz a corrente elétrica, pois... Hem! (A aluna A₁₆ reinicia o debate)... Pois quando eles estão presos...

T302 A₂₀ – Então, quando está no estado sólido não conduz corrente elétrica, pois os íons estão presos e não conduz corrente elétrica no NaCl, que por serem opostos se atraem... que por serem opostos se atraem... (A aluna repetiu a frase enquanto registrava)

T303 A₇ – Vai ficar tudo borrado!

T304 A₂₀ – Não vai! Isso aqui é rascunho!

T305 A₂ – Nada! Não sei.

T306 A₂₀ – E quando são despejados na água... (A aluna está lendo os rascunhos para a organização dos registros escritos)

T307 A₂ – Espera!... Calma!... Calma! (A aluna A₂ está fazendo as anotações)

T308 A₂₀ – Os opostos se atraem formando... Formando, sei lá!... Os opostos se atraem... E não deixando os íons livres para transitarem...

T309 A₁₄ – Que horas tem aí?

T310 A₂₀ – Os íons livres para transitarem... E assim conduzir a corrente elétrica... Eu acho que está certo!

T311 A₂ – Assim não deixando os íons livres para transitarem... E olha!... Assim!... Assim!... Assim, não deixando os íons livres para transitarem e conduzir a corrente elétrica...

Neste episódio, as alunas A₁₆ e A₂₀ dialogaram, organizando o texto da resposta escrita com uma postura diferenciada em relação aos episódios anteriores, quando cada uma argumentou em defesa de seu posicionamento contrário ao da outra. Aqui, A₁₆ e A₂₀ colaboraram na (re)construção de significados sobre a questão da condutividade elétrica no cloreto de sódio.

Progressivamente, no seguimento dos diálogos, A₂₀ (T. 280, 282, 286, 302, 306, 308, 310) complementou e se apropriou da fala de A₁₆, oferecendo feedbacks elicitativos às respostas da colega e (re)construindo, de forma ativa, o seu entendimento sobre a condução da corrente elétrica pelos íons sódio e cloreto, na mistura de água com sal, e da não condução da eletricidade no sal sólido pela atração iônica do sódio com o cloro.

As falas de A₂₀, admitindo a presença dos íons sódio e cloro na solução salina, no turno 280 (*É a molécula que separa eles... Com isso o sódio vai para um lado e o cloro vai pro outro*) e no turno 282 (*Aí eles ficam livres!*),

são diferentes da sua explicação anterior, quando dizia que o cloro dissolvia e o sódio (metal) prevalecia, conduzindo a corrente elétrica.

A aluna A₁₆, no turno 283, quando falou – *Ficam livres um do lado do outro para conduzir*, demonstrou avanço na sua resposta anterior, apresentando uma explicação teórica de como os íons livres conduzem a corrente elétrica na mistura de água com sal.

No turno 285, A₁₆ lembra a voz do professor, para destacar sua explicação da condutividade elétrica – *Ficam livres para transitar... E isso faz a corrente elétrica... Isso faz conduzir a corrente elétrica... É isso!... Me lembrei agora o que o professor falou*.

No turno 286, quando A₂₀ questionou – *Por que ficam livres para conduzir a corrente elétrica?*, demonstrou uma busca ativa de compreensão dos significados para a reconstrução de sua hipótese.

A₁₆ insistiu em responder (T. 301) e A₂₀ complementou a resposta explicando, no turno 302 – *... no estado sólido não conduz a corrente elétrica, pois os íons estão presos... no NaCl, que por serem opostos se atraem*. No turno 310, a aluna A₂₀ considerou que a reconstrução das idéias estava correta, ao enunciar – *Os íons livres para transitarem... E assim conduzir a corrente elétrica... Eu acho que está certo!*

Como a resposta de A₁₆ ganha em complexidade?

Ela não mencionava a carga positiva e negativa dos íons; não falava em quebra de ligação; não entendia que, na água, acontecia atração dos íons com os eletrodos e entre os próprios íons, formando uma corrente; não falava em distribuição eletrônica, nem em estabilidade. Todos estes aspectos A₁₆ e também A₂₀, incorporaram no diálogo com os colegas e com o professor.

Considerações finais

Os resultados do presente estudo mostraram que as explicações individuais de ambas as alunas, inicialmente diferentes, foram modificadas durante as interações com os colegas e com o professor.

Entre os alunos, podemos notar formas de ajuste da ajuda educacional que incluíram contraposições não justificadas ou justificadas por referência à autoridade. Tais formas parecem contribuir menos para as transformações das explicações individuais que a imitação das respostas da colega e a necessidade de esclarecer o próprio ponto de vista. A apresentação pelo professor de contra-argumentos justificados ou apoiados na autoridade também foram formas que contribuíram para a mudança das explicações individuais.

Durante as interações discursivas entre os alunos e deles com o professor predominou a abordagem comunicativa interativa dialógica. Na mesma perspectiva, os alunos discutiram várias vezes, coletivamente, sem a mediação do professor, elaborando, confrontando e organizando suas respostas. Eles tiveram oportunidades de argumentar e de aprender conteúdos novos, interagindo com os colegas e não apenas com o professor.

Segundo Alarcão (2005)

“ O espírito crítico não se desenvolve através de monólogos expositivos. O desenvolvimento do espírito crítico faz-se no diálogo, no confronto de idéias e de práticas, na capacidade de se ouvir o outro, mas também de se ouvir a si próprio e de se autocriticar” (p. 32)

Embora as discussões dos grupos tenham contribuído para a evolução das explicações individuais das alunas A₁₆ e A₂₀, os outros alunos que participaram do grupo não se empenharam da mesma maneira nas construções realizadas coletivamente. Neste sentido, investigar como aumentar a participação ativa de todos os alunos nos grupos de discussão é um desafio para futuras pesquisas. Dois encaminhamentos práticos são sugeridos por Colomina e Onrubia (2004): trabalhar com grupos pequenos e atribuir papéis complementares aos participantes dos mesmos.

Além do conteúdo específico, os alunos tiveram oportunidades de aprender a argumentar de várias formas. Ao fazer isso, principalmente na interação com os colegas, eles estavam aprendendo a levar em conta outras perspectivas e, portanto, tomando consciência do seu próprio ponto de vista. Neste sentido, concordamos com Ajello, Pontecorvo e Marco (2005) quando afirmam que as interações discursivas entre aluno-aluno e professor-aluno, podem

“... ativar uma situação de aprendizagem, que se caracteriza pelo fato de que (principalmente por meio de oposições recíprocas mais ou menos fortes) os interlocutores produzem argumentos que são expressos como concessões, justificações, elaborações, em geral como formas de desenvolvimento de um raciocínio coletivo” (p. 247).

As gravações das conversas dos grupos mostraram que os alunos continuavam discutindo sobre o problema proposto, mesmo nos momentos em que o professor se ausentava para atender outros grupos. Notamos que as atividades promoveram um clima afetivo e motivacional positivo. Mas não elaboramos categorias e indicadores para captar, sistematicamente esta dimensão, o que também consideramos um desafio a ser enfrentado em futuras pesquisas.

Referências bibliográficas

Ajello, A.M., Pontecorvo, C. e C.D. Marco (2005). Raciocínio Social E Interação de Grupo. Em: C. Pontecorvo; A. M. Ajello e C. D. Marco. *Discutindo se Aprende: Interação Social, Conhecimento e Escola* (pp. 247-261). Porto Alegre: Artmed.

Alarcão, I. (2005). *Uma Escola Reflexiva*. Questões da Nossa Época, 104. São Paulo: Cortez.

Bakhtin, M. (1997) *Marxismo e Filosofia da Linguagem*. São Paulo: Hucitec.

Colomina, R. e J. Onrubia (2004). Interação Educacional e Aprendizagem Escolar: A Interação entre Alunos. Em: C. Coll, A. Marchesi.; J. Palacios e Cols. (2004) *Desenvolvimento Psicológico e Educação. Volume 2: Psicologia Educativa* (pp 280-293). Porto Alegre: Artmed.

Colomina, R., Onrubia, J. e M.J. Rochera (2004). Interatividade, Mecanismos de Influência Educacional e Construção do Conhecimento na Sala de Aula. Em: C. Coll; A. Marchesi; J. Palacios e cols. (2004) *Desenvolvimento Psicológico e Educação. Volume 2: Psicologia Educacional* (pp. 294-308). Porto Alegre: Artmed.

Costa, A.R. (2005). Contextualização, Dialogia e Parceria no Estudo das Ligações Iônicas. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal do Pará.

Galiazzi, M.C. e F.P. Gonçalves (2004). A Natureza Pedagógica da Experimentação: Uma Pesquisa na Licenciatura em Química. *Química Nova*, 27, 2, 326-331.

Góes, M.C.R. (2000). A Abordagem Microgenética na Matriz Histórico-Cultural: Uma Perspectiva para o Estudo da Constituição da Subjetividade. *Cadernos Cedes*, 50, 9-25.

Lunt, I. (1995). A Prática da Avaliação. Em: H. Daniels (Org.) *Vygotsky em Foco: Pressupostos e Desdobramentos* (pp. 219-252). Campinas: Papirus.

Mercer, N. (1998). As Perspectivas Socioculturais e o Estudo do Discurso em Sala de Aula. Em: C. Coll e D. Edwards (Orgs.) *Ensino, Aprendizagem e Discurso em Sala de Aula: Aproximações ao Estudo do Discurso Educacional* (pp. 13-28). Porto Alegre: Artes Médicas.

Monteiro, M.A. e O.P.B. Teixeira (2004). Uma Análise das Interações Dialógicas em Aulas de Ciências nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental. *Investigações No Ensino De Ciências*. Disponível Em <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista>

Mortimer, E.F. e P. Scott (2002). Atividade Discursiva nas Salas de Aula de Ciências: Uma Ferramenta Sociocultural para Analisar e Planejar o Ensino. *Investigações no Ensino de Ciências*. Disponível Em <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista>

Mortimer, E.F. (1998). Sobre Chamas e Cristais: A Linguagem Cotidiana, a Linguagem Científica e o Ensino de Ciências. Em: A. Chassott e R. J. Oliveira (Orgs.). *Ciência, Ética e Cultura na Educação* (pp. 99-118). São Leopoldo, RS: Unisinos.

Mortimer, E.F. e P. Scott (2002). Atividade Discursiva nas Salas de Aula de Ciências: Uma Ferramenta Sociocultural para Analisar e Planejar o Ensino. *Investigações no Ensino de Ciências* 3, 2002. Em <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista>

Piaget, J. (1935/1998). Observações Psicológicas sobre o Trabalho em Grupo. Em: S. Parrat e A. Tryphon (Orgs.) J. Piaget - Sobre a Pedagogia: Textos Inéditos (pp 137-151). São Paulo: Casa do Psicólogo.

Schnetzler, R.P. (2002). A Pesquisa em Ensino de Química no Brasil: Conquistas e Perspectivas. *Química Nova*, 25, 14-24.

Tudge, J. (1996). Vygotsky, a zona de desenvolvimento proximal e a colaboração entre pares: Implicações para a prática em sala de aula. Em:

L.C. Moll (Ed.), *Vygotsky e a Educação: Implicações Pedagógicas da Psicologia Sócio-Histórica* (pp. 151–168). Porto Alegre: Artes Médicas.

Vygotsky, L.S. (1984). *A Formação Social da Mente*. São Paulo: Martins Fontes.

Vygotsky, L.S. (1993). *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.

Zabala, A. (1998). *A Prática Educativa: Como Ensinar*. Porto Alegre: Artes Médicas.