

# Grupos Colaborativos como Estratégia de Aprendizagem em Aulas de Química

Marcus Eduardo Maciel Ribeiro  
Maurivan Güntzel Ramos

## RESUMO

Este artigo relata uma experiência de ensino, realizada em aulas de Química, na qual os alunos realizaram atividades em grupos colaborativos com a mediação do professor. São descritas atividades realizadas em duplas de alunos, e a avaliação é efetuada de três modos distintos: individual, em duplas e novamente em duplas, mas com o uso de pesquisa em livros e na Internet. Participaram das atividades alunos (n=42) de ensino médio de uma escola particular de Porto Alegre, RS. Os resultados mostram considerável avanço dos alunos em termos de compreensão dos conteúdos tratados nas sucessivas avaliações, bem como em termos da autonomia.

**Palavras-chave:** Grupos Colaborativos. Aprendizagem. Atividade de aprendizagem em duplas de alunos. Ensino de Química. Interação social.

## Collaborative Groups as a Strategy of Teaching in Chemistry Classes

### ABSTRACT

This article reports a teaching experience realized in Chemistry classes. Students performed learning activities in collaborative groups with the mediation of the teacher. Activities are described in pairs of students, and the evaluation is conducted in three distinct modes: individual, in pairs and in pairs again, but after the consultation in books and on the Internet. Participated in the activities students (n = 42) of high school from a private school in Porto Alegre, RS. The results show considerable improvement in terms of students' understanding of content treated in successive evaluations, as well as in terms of autonomy.

**Keywords:** Collaborative Groups. Learning. Learning activities in students double. Teaching Chemistry. Social interaction.

## INTRODUÇÃO

É possível observar em muitas escolas o desinteresse dos alunos do ensino médio pelas aulas de Química, situação tem por consequência a redução na apropriação dos conteúdos tratados na escola. Essa diminuição do interesse pelas aulas pode ser causada por diversos fatores, associados aos próprios alunos, aos professores e à escola. Um

---

**Marcus Eduardo Maciel Ribeiro** é Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências na PUCRS. Professor do Colégio Leonardo da Vinci, em Porto Alegre. Endereço para correspondência: Rua Gen. João Telles 184 – 105, Porto Alegre. E-mail: profmarcus@yahoo.com.br

**Maurivan Güntzel Ramos** é Doutor em Educação, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências na PUCRS. Professor da Faculdade de Química da PUCRS. Endereço para correspondência: Av. Ipiranga 6681, Porto Alegre. E-mail: mgramos@pucrs.br

desses fatores pode ser o modo individual de trabalho que ocorre no ensino de Química na maior parte das escolas. Os alunos sentam-se separados uns dos outros, “assistem” às aulas e apropriam-se do que está sendo apresentado de modo solitário, mesmo que estejam em um grupo de colegas. A capacidade de construir significados acerca dos conceitos trabalhados pelo professor fica restrita às condições dos alunos de decodificação das mensagens, havendo pouca ou nenhuma interação com os demais colegas da turma em relação aos conhecimentos a serem aprendidos. Neste caso, a resolução de problemas, por exemplo, constitui-se em ação isolada de cada aluno.

Algumas alternativas podem ser usadas como estratégias pelos professores para alterar essa situação, considerando a importância da interação entre os aprendentes no processo de aprendizagem (VYGOTSKY, 1988). O trabalho em grupos colaborativos – duplas ou trios de alunos – é uma estratégia que tem apresentado bons resultados em estudos realizados por vários pesquisadores (BROOKS; KORETSKY, 2011; BARBOSA; JÓFILI, 2004; TORRES, ALCÂNTARA; IRALA, 2004; VILCHES; GIL, 2011). Segundo esses autores, o trabalho por meio de grupos colaborativos contribui para o desenvolvimento da autonomia aos alunos. Permite que os participantes tomem decisões quanto à própria aprendizagem, principalmente, por meio do diálogo que se estabelece entre os alunos da dupla. Nesse caso, o professor tem uma função de supervisão e de mediação do trabalho em realização, devendo intervir quando o grupo não encontra soluções ou quando ocorre algum conflito entre os participantes.

De modo similar, Wenger (1998) refere a comunidade de prática na qual sujeitos de formação e profissões variadas, incluindo professores, reúnem-se para a realização de algum trabalho colaborativo e para aprender juntos. Nesse caso, compartilham seus conhecimentos em torno dos problemas profissionais enfrentados por cada participante. Não há a supervisão de um componente mais importante, mas há um núcleo central de participantes do qual emergem as ações e opiniões mais significativas, pois agrupa os membros mais experientes da comunidade.

Essas duas práticas – grupo colaborativo e comunidades de prática – apresentam as situações explicadas por Vygotsky na perspectiva do conceito da *Zona de Desenvolvimento Proximal* (VYGOTSKY, 1988).

Neste artigo, descreve-se um estudo realizado com 42 alunos de terceiro ano, em uma disciplina de Química do ensino médio, de uma escola da rede particular de Porto Alegre, RS, Brasil. Os alunos foram organizados em duplas durante todas as aulas e atividades de um trimestre. Durante esse período, os alunos foram avaliados, primeiramente, de forma individual e, após, em duplas para comparação de resultados.

Assim, pretende-se com essa investigação compreender a relação entre as atividades discentes em aula, quando realizadas em duplas (em pares), e a aprendizagem dos alunos. Inicia-se o artigo apresentando concepções de aprendizagem associadas à interação social. Essas atividades envolvem a pesquisa em sala de aula com princípio educativo, bem como o desenvolvimento de competência argumentativa, que se amplia consideravelmente durante as apresentações de resultados (conclusões) das investigações dos alunos e nos diálogos em sala de aula. Após, houve a discussão das aprendizagens a partir de

grupos colaborativos, em uma intervenção social nos sujeitos aprendentes. Usou-se essa premissa para justificar o envolvimento dos sujeitos nas ações que impliquem sua aprendizagem.

A seguir, descrevem-se as atividades de pesquisa realizadas com alunos a partir das ideias trazidas anteriormente (prévias) e discutem-se seus resultados.

## **A INTERAÇÃO SOCIAL COMO CONDIÇÃO PARA APRENDIZAGEM: PRESSUPOSTOS**

Vivemos em sociedade e nossas atividades diárias ocorrem, principalmente, no convívio com outras pessoas com ideias semelhantes as nossas ou que as contestam. Essas relações podem ocorrer de forma espontânea ou induzida, mas estamos, em geral, vinculados a alguém, de alguma forma. Assim, o processo de aprender ocorre no meio social e se dá mais pelas diferenças de pensamentos do que pelas semelhanças. Percebe-se, no entanto, que em muitas salas de aula os alunos estão dispostos em filas e sentados individualmente e, com frequência, mantêm-se calados por solicitação dos professores. Seguindo a mesma lógica, as tarefas em aula e de casa são concebidas pelos professores para que também os alunos façam-nas sozinhos, estudem solitariamente e, posteriormente, demonstrem, também individualmente, o que aprenderam. No entanto, determinações como essas podem contribuir para o desinteresse dos alunos pelas aulas na escola e também pelo desempenho insuficiente nas avaliações.

Dependendo das estratégias pedagógicas praticadas pelo professor, o aluno pode ter dificuldades no acesso ao entendimento dos conteúdos propostos para o estudo. Observa-se que ao perder o interesse pelas aulas, o aluno manifesta esse desinteresse, interagindo com colegas e conversando sobre outros assuntos. Perde a oportunidade de compreender o conteúdo, passa a considerar que a disciplina e sua linguagem são muito difíceis e pode, inclusive, perder o vínculo afetivo com a disciplina e o professor.

É desejável que o aluno esteja predisposto a aprender. A distância entre os objetivos traçados pelo professor em relação à aprendizagem e o resultado desse processo diminui sensivelmente quando os alunos se envolvem de forma efetiva. Segundo Amaral e Lima,

O professor é o responsável por provocar o estudante a construir determinado conhecimento, relevante para o seu desenvolvimento, mas o aluno também deve estar disposto e disponível para aceitar, colaborar no processo de edificação desse conhecimento, tornando sua aprendizagem significativa. (AMARAL; LIMA, 2011, p. 154)

A aprendizagem ocorre quando há envolvimento social entre os sujeitos. Desse modo, propõem-se a substituição de ações individuais realizadas pelos alunos por ações coletivas de modo a fazer com que o estudante construa sua capacidade de interagir e de aprender com o outro. Freire (2004) critica a situação em que há apenas a preocupação

de transmitir informações e denomina de *educação bancária* ao depósito de conteúdos passados pelo professor e copiados pelo aluno. Para Barbosa e Jófili (2001, p. 56), “a liberdade é partilhada na medida em que ocorre num contexto social e, portanto, ninguém é livre sozinho. Aos buscar a satisfação de seus desejos os indivíduos têm de contemplar, simultaneamente, os desejos dos que estão a sua volta”.

Defende-se, então, que a aprendizagem é mais efetiva e significativa quando ocorre no grupo de alunos. Essa posição foi estudada por Vygotsky (1988) e, na sua obra, considera o indivíduo humano como um ser social, capaz de usar as interações com outros indivíduos para construir sua própria individualidade. Vygotsky propõe, por meio do constructo da *Zona de Desenvolvimento Proximal*, que a participação e relação entre um membro mais experiente em um grupo pode oportunizar aos demais componentes a promoção do seu próprio desenvolvimento. Isso pode acontecer mesmo quando o grupo é constituído por pares em um mesmo nível de proficiência sobre o tema investigado.

Defende-se a posição na qual se centram as estratégias pedagógicas na colaboração entre pares ou duplas com objetivo de reconstrução do conhecimento dos participantes. Para isso, é importante respeitar a individualidade de cada sujeito, seus recursos e seu ritmo. Deixa-se claro, que não é objetivo do trabalho em grupos a homogeneização do pensamento e do conhecimento dos sujeitos participantes (TORRES, ALCÂNTARA; IRALA, 2004).

A ideia de ensino colaborativo rejeita o autoritarismo e a condução pedagógica com motivação hierárquica. A construção da condição humana do aluno, fundamentada pela aquisição de suas funções mentais superiores, ocorre *pela e na* aprendizagem, pois a própria interação entre os pares é capaz de promover a aprendizagem.

Por isso, pela relevância do tema, é importante pesquisá-lo. O objetivo é permitir a investigação de ações colaborativas entre os alunos que possam permitir a aprendizagem de conteúdos significativos (BARBOSA; JÓFILI, 2004). A formação desses grupos também permite o desenvolvimento de competências éticas por parte dos alunos. Por exemplo, quando se promovem situações nas quais os alunos são envolvidos na construção da compreensão sobre algum fenômeno por meio da discussão em duplas, são incentivados a argumentar e elaborar sua interpretação e não apenas copiar o resultado de algum dos colegas de grupo.

Dentro do grupo colaborativo de dois ou três alunos, pode-se perceber duas perspectivas distintas, segundo Barbosa e Jófili (2004): uma em relação à possibilidade de desenvolvimento que está fundamentada nas ideias de Vygotsky, quando afirma que a interação entre os alunos melhora o aprendizado, pois produz pensamentos de alta qualidade; outra, em relação aos aspectos motivacionais, que estão presentes na ideia de que todos os componentes do grupo podem aprender, se tiverem interesse. As duas perspectivas são consideradas, quando há a observação do fato de os alunos oferecerem ajuda e explicações para os demais componentes do grupo.

## OS SUJEITOS DA APRENDIZAGEM EM AÇÃO EM GRUPOS COLABORATIVOS – ASPECTOS TEÓRICOS

Há algum tempo o ensino de Ciências na educação básica, em especial o de Química, ocorre com base na aprendizagem de conceitos e procedimentos pela aplicação do ensino transmissivo, copiado (CAAMAÑO, 2011). Nessa abordagem da disciplina escolar Química, os tópicos são, em geral, descontextualizados e sem compromisso com a formação voltada para a autonomia e para a cidadania. No entanto, os alunos dispõem de conhecimentos já construídos sobre os assuntos definidos para estudo. O compartilhamento desses conhecimentos, mesmo que frágeis, possibilita aceitar ou rejeitar as ideias apresentadas pelos integrantes do grupo de alunos quando as debatem. Assim, alunos e professores são sujeitos das ações de aprendizagem em uma escola. Nessa perspectiva, a relação entre professor e alunos e entre alunos possibilita a realização de importantes estratégias pedagógicas para modificar a situação do ensino nas escolas.

A proposta de aprendizagem por grupos colaborativos é, talvez, mais do que apenas uma técnica ou um recurso de sala de aula, uma filosofia de ensino. Destaca-se o respeito às habilidades e às contribuições individuais que pode apresentar para a constituição do próprio grupo (TORRES, ALCÂNTARA; IRALA, 2004). Essa possibilidade dá ao aluno a ideia de autoconfiança e de espírito cooperativo (BARBOSA; JÓFILI, 2004).

Para que isso ocorra, o professor organiza grupos de dois ou três alunos, o que permite que todos participem. O objetivo é que o professor não interfira de forma imediata no trabalho dos alunos. A eficiência da abordagem de colaboração entre pares está na interação em cada grupo. A condição para que essa interação conduza à colaboração é que não haja um controle autoritário por parte do professor ou de um dos componentes do grupo (BARBOSA; JÓFILI, 2004). O papel do professor é o de mediador do processo que ocorre em sala de aula, de modo que colabore para aproximar o aluno do conteúdo que está sendo trabalhado em aula. A participação do professor é tão importante quanto à própria interação que acontece dentro do grupo de trabalho. Segundo a teoria da *Zona de Desenvolvimento Proximal* de Vygotsky (1988), é nesse contato que os sujeitos conseguem avançar para o conhecimento ou habilidade que está ainda imatura ou além de seu alcance de forma individual. É uma oportunidade também de revisar erros ou falhas conceituais ocorridas em processos de ensino e aprendizagem anteriores. Por isso, a compreensão dos conceitos científicos é qualificada após o trabalho em grupos por proximidade. Os estudantes geralmente apresentam respostas mais consistentes após as discussões que se estabelecem nos grupos, e é importante que vá sinalizando esses avanços, pois quando mostra os resultados intermediários do trabalho aos alunos, aumenta sua confiança para o resto do trabalho (BROOKS; KORETSKY, 2011).

É importante considerar que na adoção de trabalhos com grupos colaborativos a qualquer momento pode haver a entrada de novos membros (NACARATO; GRANDO; COSTA, 2009) Nesse caso, os pares mais experientes contribuem para que os novos integrantes alcancem o nível dos demais (VYGOTSKY, 1988).

A opção em fazer com que os alunos participem das aulas e das atividades em grupos colaborativos de dois ou três alunos dá liberdade aos estudantes e permite que o professor desenvolva práticas pedagógicas mais próximas de uma ação reflexiva. É necessário que o trabalho em um grupo colaborativo seja fundado no diálogo entre os participantes. Desse modo o trabalho é construído pela participação de todos os membros do grupo. O objetivo principal das atividades é a construção de ideias comuns negociadas e aceitas pelos membros de cada dupla para que a aprendizagem ocorra (BONARDO; LOPES; FERNANDEZ, 2007). Assim, os participantes que ingressam em uma comunidade colaborativa adquirem com o passar do tempo as características próprias dessa comunidade. A linguagem já apropriada pelos demais componentes desse grupo é um exemplo dessas características. Segundo Torres, Alcântara; Irala (2004), a aprendizagem é um processo sociolinguístico.

Na estruturação dos grupos, é importante considerar os alunos de diferentes níveis de conhecimento, de modo que os de maior nível de conhecimento possam contribuir nos diálogos, no sentido de favorecer a aprendizagem dos colegas com mais dificuldades. É importante deixar claro que também os alunos mais adiantados aprendem nesse processo, pois consolidam suas aprendizagens, na medida em que as explicitam ao interlocutor. Assim, é importante respeitar a heterogeneidade nos grupos, tanto em relação aos saberes quanto em relação ao interesse, considerando que essas diferenças também contribuem para as aprendizagens.

Em um grupo colaborativo, segundo Torres, Alcântara e Irala (2004), é importante evitar a valorização da hierarquia entre os participantes, pois é importante que todos trabalhem juntos, em um esforço coordenado. Esse esforço é necessário quando os alunos participam de investigações colaborativas, nas quais têm a possibilidade de desenvolver importantes competências como o questionamento reconstrutivo, a argumentação e comunicação dos resultados como forma de legitimar o trabalho realizado (MORAES; RAMOS; GALIAZZI, 2004). O desenvolvimento da competência da argumentação, em especial, deve ser priorizado em todas as aulas, pois é a discussão entre os sujeitos que promove a aprendizagem colaborativa. As opiniões divergentes e as controvérsias é que estimulam o debate e a negociação de interpretações aceitas por ambos nas discussões (BARBOSA; JÓFILI, 2004). A comunicação entre os grupos amplia o processo coletivo de construção de significados, pois é no confronto das ideias e proposições que o pensamento vai clareando (RAMOS, 2004). Desse modo, a discussão interna no grupo faz com que os participantes aprendam com seus pares. É a discussão nos grupos que se caracteriza como um processo efetivo visando a promover o desenvolvimento intelectual dos componentes desse grupo (VILCHES; GIL, 2011). O compartilhamento de ideias e conhecimentos entre os sujeitos do grupo faz com que participantes mais afastados possam iniciar sua aproximação com os demais componentes. Segundo Vygotsky (1988) os participantes de um grupo colaboram para seu crescimento mútuo. O compartilhamento de experiências faz com que cada indivíduo desenvolva seu potencial, crescendo ao longo das atividades. No entanto, faz-se necessário que os participantes tenham atividade plena durante o grupo colaborativo, fazendo com que sua participação seja de fato percebida pelos demais sujeitos.

## O DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO EM GRUPOS COLABORATIVOS – RELATO DE EXPERIÊNCIA

Torres, Alcântara e Irala (2004), em seus estudos, concluem que estudantes que aprendem em pequenos grupos colaborativos demonstram maior realização do que alunos que foram expostos a instruções individuais. É facilmente percebida a motivação dos alunos nessas atividades (BARBOSA; JÓFILI, 2004). Alunos que demonstram desinteresse em outras aulas, geralmente, participam efetivamente das atividades em grupos colaborativos. O confronto entre as percepções teóricas que ocorre em um grupo oportuniza melhor compreensão dos conceitos estudados, pois os alunos apropriam-se do seu significado a partir da interação com colegas mais experientes. A compreensão é motivadora para novas aprendizagens.

Para o trabalho com grupos colaborativos, é necessário o planejamento cuidadoso das atividades. É importante estabelecer um cronograma inicial que respeite o tempo para que os alunos participem das aulas, realizem atividades de preparação do trabalho e de pesquisa, participem de encontros de discussão sobre o tema desenvolvido e da revisão de conteúdos, bem como de atividades de avaliação e de reflexão sobre essas avaliações.

Também é necessário que, ao menos no início, as atividades ocorram em sala de aula para que o professor possa acompanhá-las e mediar as situações, quando necessário. A orientação e a supervisão do professor sobre todo o trabalho são exigidas. Entretanto, o professor deve evitar intervir diretamente no trabalho dos grupos. A liberdade de pensamento e de ação durante o trabalho pelos componentes contribui para que, no momento da argumentação e apresentação dos resultados, o grupo expresse seu próprio pensamento e suas próprias conclusões, independentemente da opinião do professor.

O planejamento das atividades de grupos colaborativos é uma oportunidade de inovar a ação pedagógica pelo desafio que significa aos professores na constituição de comunidade de aprendizagem reflexiva, possibilitando que os alunos, nos grupos, trabalhem em torno de objetivos comuns (TORRES; ALCÂNTARA; IRALA, 2004).

O desenvolvimento da pesquisa em sala de aula em grupos colaborativos, por sua vez, pode mostrar a contradição que se percebe entre aquilo que se considera ideal na ação docente e as práticas reais dos professores na sala de aula (BONARDO, LOPES; FERNANDEZ, 2007). A aplicação da investigação na escola implica um envolvimento verdadeiro do professor e dos alunos, com as possibilidades de melhorar a qualidade do ensino e promover uma mudança nos papéis representados por esses agentes. Nessa abordagem, conhecimento dos alunos e as perguntas que eles apresentam sobre determinado assunto contribuem para a sua aprendizagem, pois partem deles e são, por isso, contextualizadas (MORAES; RAMOS; GALIAZZI, 2004; RIBEIRO, 2012).

Para Bonardo, Lopes e Fernandez (2007), as discussões em grupos de modo reflexivo promovem mudanças significativas, principalmente, em relação às mudanças dos papéis em sala de aula.

Na experiência realizada em sala de aula, a estratégia envolveu 42 alunos de duas turmas de terceiro ano do Ensino Médio de uma escola de classe média da rede privada de Porto Alegre, RS. O professor de Química dessas turmas, um dos autores deste artigo, promoveu o estudo com os alunos sobre os temas *óxido-redução* e *pilhas*, no âmbito da unidade *Eletroquímica*. A carga horária de Química nessas turmas é de três encontros semanais de 50 minutos, sendo que em uma das turmas os três encontros são consecutivos em um mesmo dia da semana.

## **As aulas em duplas**

Como início da estratégia, o professor solicitou que, em todas as aulas, os alunos sentassem em duplas. Dessa forma os alunos participaram das aulas durante quatro semanas. A formação das duplas foi aleatória, na qual cada aluno escolheu com quem gostaria de sentar e trabalhar. Em nenhuma das aulas houve falta de alunos, embora, eventualmente, algum aluno chegasse atrasado à escola. Para participar das aulas os alunos dispõem de seu caderno de anotações, de um livro de Química (volume único), de uma tabela periódica e de textos e listas de exercícios entregues pelo professor.

No primeiro encontro, os alunos conversaram e dispersaram-se muito durante a aula, aproveitando-se da nova situação. Nos encontros seguintes, habituados com suas posições, começaram a interagir de forma positiva e como esperado pelo professor. No entanto, ao final de algumas semanas, alguns alunos poucos alunos ainda não estavam receptivos à nova forma de trabalho. Não traziam seu material, conversavam durante a aula e solicitavam para sair da sala com alguma frequência.

Durante as aulas, certos alunos percebiam que no caderno ou nas folhas de atividades do colega havia anotações importantes que não estavam em seu próprio caderno e as copiavam, da mesma forma que, no início de cada aula antes da correção das tarefas para casa da aula anterior, os componentes da dupla comparavam sua tarefa com a do colega ao lado e corrigiam seus materiais. Foi interessante observar que em vez de fazerem perguntas ao professor, faziam-nas entre si e somente se não houvesse uma resposta satisfatória chamavam o professor.

Durante as aulas de demonstração experimental sobre *óxido-redução* os alunos eram desafiados a projetar o que iria acontecer com os metais e soluções envolvidas. Após visualizarem o experimento, cada dupla descrevia o que havia acontecido expressando-o por desenhos e equações químicas. Em algumas questões a resposta deveria ser apresentada em forma de um pequeno texto produzido após uma discussão entre os componentes da dupla.

## **As atividades de avaliação**

Em uma semana determinada, foi combinado que seria feita uma atividade de avaliação em três momentos. Inicialmente, de forma individual, com consulta apenas

em seu próprio caderno. Em uma segunda etapa o trabalho seria em duplas com consulta a seus cadernos e, finalmente, uma etapa final em duplas e com acesso livre a qualquer fonte de consulta: cadernos, folhas, livros da biblioteca da escola e internet. Foi liberado o sinal de internet e solicitou-se anteriormente que os alunos trouxessem para aula seus *notebooks*, *ipads* e telefones celulares com acesso à internet.

Para a atividade de avaliação foram escolhidos e modificados três itens sobre oxido-redução, disponíveis na internet, que, originalmente, fizeram parte de concursos vestibulares. Nos três momentos as questões que compunham o trabalho eram as mesmas. O professor solicitou que as respostas contivessem justificativas coerentes com o que havia sido trabalhado em aula e que usassem linguagem química pertinente. A orientação dada foi a de que o trabalho em duplas não poderia conter respostas iguais ao trabalho individual de algum dos componentes daquela dupla, o que implicaria na reconstrução pelo grupo das respostas.

As questões formuladas não permitiam uma resposta objetiva, pois tratavam de situações cujos fenômenos deveriam ser interpretados pelos alunos.

A seguir os itens de avaliação são explicitados e comentados:

*Questão 1 (Q1)*

*Observe a seguinte equação:  $Al(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Al^{3+}(aq) + Cu(s)$ . Informe se ela já está com seus coeficientes ajustados. Caso não esteja, informe por que não está e ajuste-os corretamente.*

O objetivo dessa questão era compreender a percepção dos alunos em relação à quantidade de elétrons transferidos por cada átomo de alumínio para cada cátion cúprico durante o processo, e não apenas a quantidade de entidades químicas presentes de cada elemento na equação. Desejava-se que os alunos desenvolvessem aqui a competência básica da leitura de uma situação, interpretando o fenômeno de oxido-redução.

*Questão 2 (Q2)*

*Dispositivos denominados de pilhas realizam a conversão de energia química em energia elétrica através de reações de oxido-redução. Considere a série eletroquímica em ordem crecente de reatividade apresentada a seguir: ouro, prata, cobre, hidrogênio, níquel, ferro, zinco e manganês.*

*Usando apenas as informações fornecidas, observe as afirmativas abaixo e julgue cada uma como certa ou errada. Justifique suas respostas usando termos químicos adequados.*

*Q2a. Espécies químicas situadas antes do hidrogênio comportam-se como ânodo em relação às que estão à sua direita na lista. ( ) certa ( ) errada*

*Q2b. A maior diferença de potencial na série está na pilha formada pelos elementos zinco e manganês. ( ) certa ( ) errada*

Para essa questão, o objetivo era perceber a interpretação dos alunos em relação às posições dos elementos na série de reatividade, relacionado-as com os potenciais de oxidação e redução. Desejava-se que os alunos empregassem a competência básica da escrita de seus argumentos para justificar suas respostas.

**Questão 3 (Q3)**

*Uma peça de prata pode oxidar-se e escurecer com o passar do tempo, apresentando uma camada de sulfeto de prata,  $Ag_2S$ . Essa substância se forma em uma reação entre prata e outras substâncias que apresentam o elemento enxofre. A limpeza dessa peça de prata escurecida pode ser feita enrolando-a em um pedaço de papel alumínio e mergulhando-a em água contendo bicarbonato de sódio e um detergente, até a fervura. A reação com o alumínio provoca a limpeza dessa peça. Proponha uma explicação para o processo de limpeza da prata, informando quem atua como ânodo, quem é a substância oxidante e quem é o polo positivo.*

Nessa questão, foi avaliado o modo como os alunos interpretavam o fato apresentado e de propor soluções para os processos envolvidos. Esse item mostra uma situação cotidiana que, provavelmente, vários alunos possam tê-la vivenciada. Desejava-se aqui a aplicação da competência básica da resolução de problemas, pois os alunos eram desafiados a explicar o que acontecia com o objeto de prata.

### **Discussão dos dados produzidos**

A seguir são apresentados os resultados da análise dos dados.

#### *A atividade individual*

A tabela 1 mostra a frequência de acertos nas questões a partir de respostas individuais. É importante também observar a quantidade de respostas erradas informadas pelos alunos. É possível perceber que o exercício 3 apresentava um grau de dificuldade superior aos demais.

TABELA 1 – Número de acertos no trabalho individual.

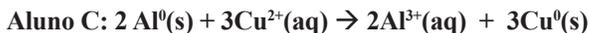
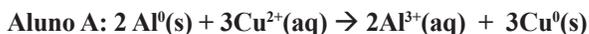
| Item | Acertos | Meio acertos | Erros |
|------|---------|--------------|-------|
| 1    | 19      | 16           | 7     |
| 2a   | 25      | 9            | 8     |
| 2b   | 21      | 13           | 8     |
| 3    | 15      | 9            | 18    |

A escolha das questões também passou pelo critério de facilidade/dificuldade para responder, pois os alunos logo perdem o interesse por atividades que consideram muito difíceis e que não conseguem solucionar, em que pese o grau de dificuldade seja intrínseco ao grupo respondente.

Para a resolução dessa questão, a primeira ação dos alunos foi procurar questões iguais em seu caderno, única fonte de consulta permitida nessa etapa. As questões selecionadas abordavam conceitos previamente trabalhados em aula, embora fossem diferentes das já conhecidas pelos alunos. Aqueles que tinham seu material incompleto, com alguma aula ou observação faltando, tiveram dificuldade para iniciar o trabalho.

Uma dificuldade que se fez presente foi reconhecer os símbolos de alguns elementos químicos, bem como o uso de determinadas expressões diferentes das usadas durante as aulas como, por exemplo, *redutor*, *agente redutor* e *substância redutora*. A dificuldade em reconhecer a linguagem científica da Química já fora tratada por Chassot (2004) ao dizer que a escola tem uma linguagem e os alunos outra, que se parece com um dialeto da linguagem oficial. Analisando-se por outro lado, Vygotsky (1988) defende a ideia de que a apropriação dessa linguagem passa pela relação/interação entre o professor e os alunos, sujeitos dos processos de ensino e aprendizagem. No entanto, observam-se dificuldades nesse processo, principalmente em relação à interpretação de algumas questões. A maneira como os enunciados se apresentavam pode ter tido alguma influência na dificuldade. Mesmo os alunos que conseguiam resolver as questões apresentavam incertezas já esperadas no momento de registrar suas respostas, pois tendo apropriado significados dos conceitos químicos e de suas aplicações, perguntavam ao professor sobre a correção da resposta.

Como exemplos de soluções à questão 1 (Q1), apresentam-se as resposta de três alunos.



*A equação não está ajustada, pois o número de elétrons perdidos é diferente do número de elétrons ganhos.*

Verifica-se que o aluno A sequer respondeu à questão, além de interpretar incorretamente os fenômenos de concentração das soluções e deposição de metais. O aluno B apenas ajustou os coeficientes, sem justificar o motivo pelo qual isso foi necessário. Somente o aluno C justificou a situação da diferença entre o número de elétrons “perdidos” pelo alumínio metálico e “ganhos” pelo cátion cúprico para servir de referência para o ajuste dos coeficientes da equação.

#### *A atividade em duplas*

Nesta etapa do trabalho os alunos foram reunidos em duplas e cada grupo poderia consultar livremente apenas seus cadernos. Houve a solicitação do professor para que a resposta da dupla fosse diferente das respostas de cada componente no trabalho individual. Os alunos discutiam as questões e, após argumentação, redigiam uma nova resposta. A Tabela 2 mostra o número de alunos com respostas corretas e o percentual de aumento de acertos em relação ao trabalho individual.

TABELA 2 – Número de acertos no trabalho em duplas e percentuais de aumento de acertos em relação ao trabalho individual.

| Item | Resposta individual | Resposta em duplas | Aumento do número de acertos |      |
|------|---------------------|--------------------|------------------------------|------|
|      |                     |                    | F                            | (%)  |
| 1    | 19                  | 32                 | 13                           | 31,0 |
| 2a   | 25                  | 34                 | 9                            | 21,4 |
| 2b   | 21                  | 36                 | 15                           | 35,7 |
| 3    | 15                  | 26                 | 11                           | 26,2 |

Observaram-se as discussões nas duplas. Cada aluno defendia sua posição em relação ao trabalho individual. Alguns alunos reavaliaram suas respostas iniciais e apresentaram novas soluções. Com a atividade em duplas, diminuíram as consultas ao professor, pois a interação entre os componentes envolveu os alunos durante quase todo o tempo do trabalho.

Vários alunos, nas discussões, perceberam que as questões solicitavam assuntos que haviam sido discutidos pelo professor durante as aulas. Alguns dos comentários feitos estavam registrados apenas nos cadernos de alguns estudantes. A referência a esses comentários serviu de base para a resolução das questões nas duplas. Como exemplo, a questão **Q2a** apresentava a série de reatividade em ordem crescente, enquanto que em aula foi apresentada em ordem decrescente, embora o professor tenha avisado da importância de analisar a série e que, em algumas questões, a série era apresentada de forma invertida. Vários alunos haviam anotado a observação e identificaram a situação. Mesmo assim essa foi a questão que apresentou o menor percentual de aumento de acertos (21,4%). Apresentam-se as respostas de dois alunos (trabalhos individuais) e de sua dupla.

**Aluno D:** (x) certa ( ) errada. *Qualquer química antes do H é o ânodo. É uma regra.*

**Aluno E:** ( ) certa (x) errada. *Maior potencial = maior reatividade*

**Dupla D e E:** *Eles se comportam como cátodos da reação, pois ganham elétrons e sofrem redução, pois ouro, prata e cobre dificilmente se oxidam.*

É possível verificar que a formação da dupla entre os alunos D e E foi positiva para ambos, pois possibilitou a reelaboração de suas respostas individuais, aperfeiçoando a forma de apresentação da resposta. Houve a substituição de termos incorretos e a situação questionada foi justificada corretamente.

Na comparação entre as duas primeiras atividades notou-se um aumento, em média, de 60% na quantidade de respostas corretas.

### *Atividade em duplas com uso de pesquisa*

A terceira etapa apresentava as mesmas questões e os alunos estavam organizados nas mesmas duplas da segunda etapa. Foi permitida consulta em qualquer material disponível aos alunos, incluindo o acesso à internet. O tempo para a resolução das questões foi o mesmo de cada etapa anterior, 50 minutos. Por esse motivo, os alunos realizaram pesquisa em poucos materiais e obedeceram a apenas alguns itens da proposta de Educar pela Pesquisa, que tem pressupostos específicos (MORAES; RAMOS; GALIAZZI, 2004).

A multiplicidade de informações atrapalhou os alunos. O pouco tempo para selecionar informações e argumentar com o colega para propor sua solução às questões acabou fazendo com que alguns alunos descartassem fontes que traziam explicações corretas, mas que eram longas ou que usavam uma linguagem mais sofisticada.

Algumas convicções que os alunos apresentavam em etapas anteriores foram questionadas agora pelos grupos. Determinados alunos mudaram o enfoque de suas respostas anteriores. Observou-se claro desinteresse de alguns alunos na realização dessa etapa, pois eram as mesmas questões que apareciam pela terceira vez. Houve manifestações de que as respostas da segunda etapa não poderiam ser melhoradas.

A Tabela 3 mostra o número de questões corretas e o percentual de aumento de acertos com o trabalho em duplas com pesquisa.

TABELA 3 – Número de acertos no trabalho em duplas com consulta e percentuais de aumento de acertos em relação ao trabalho individual.

| Item           | Resposta individual | Resposta em duplas | Aumento do número de acertos |      |
|----------------|---------------------|--------------------|------------------------------|------|
|                |                     |                    | f                            | %    |
| 1              | 19                  | 38                 | 19                           | 45,2 |
| 2 <sup>a</sup> | 25                  | 38                 | 13                           | 31,0 |
| 2 <sup>b</sup> | 21                  | 40                 | 19                           | 45,2 |
| 3              | 15                  | 35                 | 20                           | 47,6 |

Na questão Q3 alguns alunos fizeram, nas primeiras etapas, uma confusão com a participação da substância bicarbonato de sódio no processo de redução do cátion prata. Vários alunos afirmaram que o bicarbonato propiciava a redução da prata. Mostramos a evolução das respostas de dois alunos para a questão Q3 antes e após a pesquisa.

**Resposta individual, aluno F:** *o agente oxidante é o bicarbonato de sódio porque ele captura os segmentos de Ag e Al e é o polo positivo. O ânodo da equação é o Ag porque ele se corrói, sendo o polo negativo.*

**Resposta individual, aluno G:** *a prata atua como ânodo e o alumínio atua como substância oxidante, conseqüentemente é o polo positivo.*

**Resposta da dupla F e G**, com pesquisa livre: *o potencial de redução do Al é menor que o da prata. Quando a prata é envolvida pelo Al, o alumínio oxida liberando elétrons que são absorvidos pela prata que se regenera ao receber, criando novos átomos. O Al é o ânodo, a Ag é o agente oxidante e polo positivo.*



Em que pese os alunos refiram equivocadamente que há criação de novos átomos, pode-se observar um avanço significativo em termos de clareza sobre o assunto estudado após as três etapas. A questão Q3 foi a que apresentou maior índice de melhora nas respostas dos alunos após o uso da pesquisa em sala de aula em duplas.

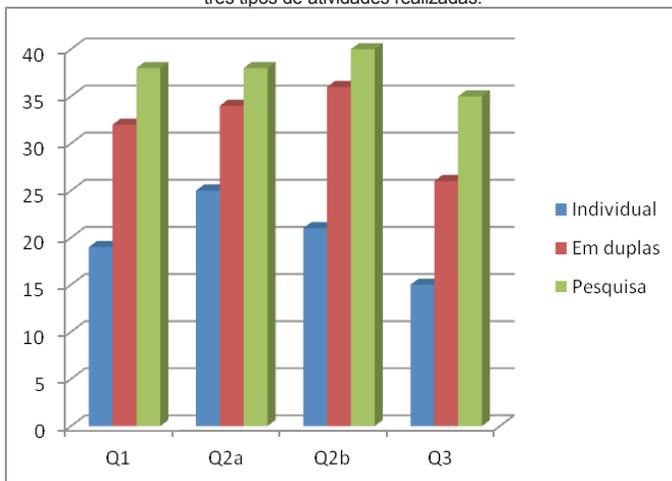
Quando o aluno se coloca na condição de acompanhar a aula individualmente e, desta mesma forma, realizar suas tarefas escolares, torna-se um ente isolado e sem interação social com as pessoas que poderiam lhe ajudar: seus colegas e seu professor.

Após assistirem e participarem de todas as aulas sobre determinado conteúdo sentados em pequenos grupos, os alunos foram submetidos a determinadas avaliações de acompanhamento. Os 42 alunos responderam a quatro itens, nos quais o total de respostas corretas poderia chegar a 168.

Na atividade em que os alunos responderam às questões de forma individual, o número de respostas corretas foi 80, ou 46,6% das possibilidades de acertos. Não é comum que os alunos apresentem motivação para o estudo individual. Essa situação pode promover, entre outras consequências, um baixo rendimento escolar. Quando os alunos se associam em pares nos quais interagem com colegas e com o professor, a possibilidade de compreensão aumenta de forma considerável, chegando a 128 acertos, ou 76,2% das possibilidades. Se os alunos ainda utilizarem o recurso da pesquisa em materiais didáticos de sua escolha, a possibilidade de acertos aumenta ainda mais: 151 acertos, ou 89,9% das possibilidades. Esses dados estão de acordo com o que afirma Vygotsky (1988), pois um processo interpessoal é transformado num processo intrapessoal, ou seja, as discussões que ocorrem com os membros da dupla de estudantes contribuem para a apropriação dos conceitos e princípios associados, neste caso, à Química.

Esses resultados mostram que a associação dos alunos durante as aulas e avaliações aumenta sua expectativa de aprendizagem, o que pode ser observado na Figura 1.

FIGURA 1 – Gráfico mostrando as diferenças de desempenhos dos alunos nos três tipos de atividades realizadas.



As atividades realizadas e descritas mostram um avanço crescente da compreensão do assunto pelos alunos, destacando-se as maiores diferenças quando o trabalho passa de uma ação individual a uma ação de duplas. A pesquisa contribuiu mais ainda para a consolidação do significado dos conceitos trabalhados.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção do trabalho em grupos cooperativos contribui efetivamente para a aprendizagem dos alunos. Quando associada à pesquisa em sala de aula, produz melhores condições para que os alunos possam apropriar-se e consolidar os conhecimentos tratados. A disposição dos alunos em duplas ou trios durante as aulas e atividades estimula o desenvolvimento de habilidades importantes, como a autonomia e a capacidade de argumentação, por exemplo. Além disso, o trabalho desloca do professor para os alunos o centro das ações em sala de aula. O convívio com colegas e o suporte do professor conduzem os alunos a uma situação de maior autonomia, bem como a uma melhor compreensão sobre o objeto de estudo.

Cabe destacar que as tarefas atribuídas aos alunos não podem estar fora do alcance de todos os componentes, pois um sentimento de frustração é percebido quando aos alunos é destinada uma tarefa muito difícil e que impede a apresentação de uma solução após o trabalho no grupo. Nesse caso, é importante avaliar o desempenho individual no trabalho pelo progresso obtido pelos alunos, comparando cada um com seu desempenho inicial.

A experiência realizada em sala de aula mostra uma possibilidade para mudar a sala de aula, necessitando, porém de novas aplicações com outros grupos e outros assuntos para a obtenção de dados mais conclusivos. A continuidade com esse tipo de trabalho também pode dar ao professor melhores condições para lidar com o trabalho em pequenos grupos.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, I. B.; LIMA, V. M. R. A educação pela pesquisa, o questionamento e a crítica: propostas viáveis para ensinar e aprender. *Acta Scientiae*. v.12, n.1, p.140-157, 2011.
- BARBOSA, R. M. N.; JÓFILI, Z. M. S. Aprendizagem cooperativa e ensino de Química – parceria que dá certo. *Ciência & Educação*. v.10, n.1, p.55-61, 2004.
- BONARDO, J. C.; LOPES, J. G. S.; FERNANDEZ, C. Influência dos pares no processo reflexivo de professores de Química do ensino médio na reconstrução dos papéis em sala de aula. In: *Anais da 30ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*, 2007.
- BROOKS, B. J.; KORETSKY, M. D. The influence of group discussion on students responses and confidence during peer instruction. *Journal of chemical education*. n.88, p.1477-1484, 2011.
- CAAMAÑO, A. Enseñar química hoy. *Alambique*. 69, p.5-7. 2011.
- CHASSOT, A. I. *Para que(m) é útil o ensino?* 2.ed. Canoas: Editora da ULBRA, 2004.
- DEMO, P. *Educar pela Pesquisa*. 8.ed. Campinas: Autores Associados. 2007.
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 2010.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C.; RAMOS, M. G. Pesquisa em Sala de Aula: fundamentos e pressupostos. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. R. *Pesquisa em Sala de Aula: tendência para a educação em novos tempos*. 3.ed. Porto Alegre: Edipucrs, 2012. p.9-23.
- NACARATO, A. M.; GRANDO, R. C.; COSTA, J. L. Um contexto de trabalho colaborativo possibilitando a emergência dos processos de argumentação e validação em geometria. *Acta Scientiae*. v.11, n.2, p.69-85, 2009.
- RAMOS, M. G. Educar pela pesquisa é educar para a argumentação. In: MORAES, R.; LIMA, V.M.R. *Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos*. 3.ed. Porto Alegre: Edipucrs. 2012. p.25-49.
- RIBEIRO, M. E. M.; ALMEIDA, M. M. ; RAMOS, M. G. O ensino de Ciências e Matemática pela prática da pesquisa na escola. Anais do 8º Congresso Internacional de Educación Superior. Havana. Disponível em: <http://profmarcusribeiro.com.br/publicacoes>, 2012. Acesso em: 19 abr. 2012.
- RIBEIRO, M. E. M. Roteiro de atividade sobre a prática da pesquisa em sala de aula. *Revista Scientific American – Aula Aberta*. v.10, p.62-63, 2012.
- TORRES, P. L.; ALCÂNTARA, P. R.; IRALA, E. A. F. Grupos de consenso: uma proposta de aprendizagem colaborativa para o processo de ensino-aprendizagem. *Diálogo Educacional*. v.4, n.13, p.129-145. Curitiba, 2004.
- VILCHES, A.; GIL, D. El trabajo cooperativo en las clases de ciencias. *Alambique*. v.69, Barcelona. p.73-79, 2011.
- VYGOTSKY, L. S. *A Formação Social da Mente*. 2.ed. São Paulo: Martins Fontes, 1988.
- WENGER, E. *Communities of practice: learning, meaning and identity*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

**Recebido em:** ago. 2012

**Aceito em:** dez. 2012