

Aprendizagem de Química em grupos colaborativos

Marcus Eduardo Maciel Ribeiro¹ (PG)*,

Maurivan Güntzel Ramos² (PQ)

1. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. profmarcus@yahoo.com.br
2. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. mgramos@pucrs.br

Palavras-Chave: grupos colaborativos, aprendizagem, educar pela pesquisa

RESUMO: Esse artigo apresenta os pressupostos do trabalho que envolve os alunos em atividades com grupos colaborativos. Mostramos que trabalhos realizados em pequenos grupos (duplas ou trios) permitem que os alunos apropriem-se dos conteúdos com maior autonomia. Fazemos a relação dessa prática com o Educar pela Pesquisa, mostrando que os resultados percebidos demonstram que essa associação é positiva e recomendável para ser empregada pelos professores. Os resultados mostram que a associação grupos colaborativos-ensino pela pesquisa contribui para a aprendizagem dos alunos. No estudo com alunos (n=42) de ensino médio, percebemos avanços na apropriação dos conteúdos estudados quando o trabalho foi realizado em duplas, em comparação aos trabalhos feitos individualmente.

INTRODUÇÃO

É possível observar o crescente desinteresse dos alunos do ensino médio pelas aulas de Química, situação que acompanha uma diminuição na apropriação dos conteúdos tratados na escola. Professores de Química também referem com frequência essa situação. Vários fatores podem ser responsáveis por esse desinteresse, envolvendo os próprios alunos, os professores e a sua forma de trabalho e a escola com sua organização e infraestrutura. Um desses fatores pode ser o modo de trabalho centrado nos indivíduos, que se observa na maioria das escolas. Nesses casos, os alunos sentam-se separados dos colegas na sala de aula, “assistem” às aulas sozinhos e tomam suas decisões, em geral, solitariamente. Assim, a apropriação dos conceitos trabalhados pelo professor depende apenas das próprias condições do aluno para lidar com os problemas propostos, havendo pouca ou não havendo interação com os demais colegas da turma. A resolução de problemas constitui-se, então, ação isolada de cada estudante.

Algumas alternativas podem ser empregadas pelos professores para promover alterações nesse cenário. O trabalho em grupos colaborativos – duplas ou trios – é uma estratégia que tem apresentado bons resultados em estudos realizados por vários pesquisadores (BROOKS e KORETSKY, 2011; BARBOSA; JÓFILI, 2004; BONARDO, LOPES; FERNANDEZ, 2007; VILCHES; GIL, 2011). Outra possibilidade para contribuir para essa apropriação no currículo escolar consiste na realização de atividades por meio do Educar pela Pesquisa (DEMO, 1998; MORAES, GALIAZZI, RAMOS, 2004). O uso da pesquisa na sala de aula também tem trazido resultados muito bons quando é aplicada pelos professores (FRESCHI; RAMOS, 2009)

Em que pese o trabalho seja realizado em duplas ou trios, nos grupos colaborativos as ações dão-se uma maior autonomia pelos alunos, pois os participantes tomam mais decisões quanto à própria aprendizagem. O professor tem uma função de mediar esse trabalho, devendo intervir quando o grupo não encontra soluções para contribuir na busca de proposições para os conflitos emergentes no grupo.

Os grupos colaborativos apresentam as situações explicadas por Vygotsky, que se inserem no conceito da *zona de desenvolvimento proximal* (VYGOTSKY, 1988).

Nesse artigo apresentamos os pressupostos teóricos do trabalho por grupos colaborativos e descrevemos um estudo feito com alunos (n=42) de 3º Ano do ensino médio de uma escola da rede particular no Rio Grande do Sul, Brasil. Nesse estudo, estudantes foram observados durante seis semanas em dois modos distintos de trabalho em sala de aula: os alunos mantiveram-se organizados em duplas durante todas as aulas de Química. Ao final desse período, os alunos foram avaliados por meio de dois procedimentos, sendo um respondido individualmente e outro em duplas. O resultado obtido na avaliação em duplas mostrou rendimento melhor do que em atividades individuais, indicando possibilidades do uso dos grupos colaborativos para a aprendizagem.

1 A SOCIALIZAÇÃO COMO CONDIÇÃO PARA APRENDIZAGEM

Vivemos em sociedade e nossas atividades diárias, geralmente, ocorrem no convívio com outras pessoas, o que nos remete ao vínculo social durante essas atividades. Isso também está fortemente presente na sala de aula onde se espera que os sujeitos aprendam nesse convívio. Para Barbosa e Jófili (2004, 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” (2004, p. 56).

A aprendizagem passa pelo envolvimento social dos sujeitos envolvidos nesse processo. Para tanto, é importante superar-se o individualismo para que o educando construa sua liberdade. Defende-se, então, que o aprendizado escolar dá-se de modo mais efetivo quando ocorre em grupos de alunos na sala de aula. Essa posição também foi estudada por Vygotsky (1988) que considerava indivíduo como um ser social, capaz de usar as interações com outros indivíduos para construir sua própria individualidade. Quando refere a teoria da *zona de desenvolvimento proximal*, Vygotsky discute que a participação de um membro mais experiente em um grupo faz com que os componentes do grupo são capazes de promover, nessa relação, seu próprio desenvolvimento. Isso pode acontecer mesmo quando o grupo é formado por pares em um mesmo nível de proficiência, em relação ao tema investigado.

Defende-se a posição na qual se centram as estratégias pedagógicas na colaboração entre pares com objetivo de (re)construção do conhecimento. Note-se, porém, a necessidade de se respeitar a individualidade de cada sujeito, seus recursos e seu ritmo. Não é objetivo do trabalho em grupos a homogeneização do pensamento e do conhecimento dos sujeitos participantes (TORRES; ALCÂNTARA; IRALA, 2004), mas, pelo contrário, é esperado o desenvolvimento da capacidade argumentativa e crítica de cada um dos sujeitos pelo diálogo no grupo.

A ideia de ensino colaborativo rejeita o autoritarismo e a condução pedagógica com motivação hierárquica. A socialização ocorre *pela* e *na* aprendizagem. A própria interação entre os pares é capaz de promover a aprendizagem. Assim, a aprendizagem escolar beneficia-se pela cooperação entre pares. 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, pois a argumentação construída no diálogo implica, necessariamente, uma relação ética. Além disso, segundo Barbosa e Jófili (*ibid*), em grupo colaborativo de dois ou três alunos, pode-se observar duas perspectivas distintas: a do desenvolvimento, que pode

ser baseada nas ideias de Vygotsky ao afirmar que a interação entre os alunos melhora o aprendizado, pois produz conflitos cognitivos e pensamentos de alta qualidade; e a motivacional que está associada à ideia de que todos os componentes do grupo podem obter o conhecimento buscado. As duas perspectivas são consideradas quando há a observação do fato de os alunos oferecerem ajuda e explicações para os demais componentes do grupo.

2 OS SUJEITOS DA APRENDIZAGEM: O PROFESSOR E OS ALUNOS

No contexto escolar, alunos e professores são os sujeitos da aprendizagem. Ambos, desde o início do processo de ensino e aprendizagem têm conhecimentos (prévios ou iniciais), os quais vão sendo transformados e complexificados (RAMOS; MORAES, 2010). Em aula, por exemplo, o confronto entre as ideias dos estudantes sobre determinados assuntos que são trabalhados e as ideias (representações) que eles têm inicialmente possibilita a aceitação ou rejeição das novas impressões encaminhando para novas aprendizagens ou para a consolidação das antigas. Assim, os alunos e seus professores são, entre outros, sujeitos das ações de aprendizagem na escola. Nessa perspectiva, a proposta de aprendizagem por grupos colaborativos destaca-se pelo respeito às habilidades e às contribuições individuais que cada sujeito pode apresentar para a composição do grupo (TORRES, ALCÂNTARA e IRALA, 2004).

Essa proposta diferencia-se muito do modo como ocorrem as aulas nas escolas da Educação Básica, que é ainda muito forte, pois se dá com base na aprendizagem de conceitos em um ensino transmissivo de Química, com ênfase na cópia (CAAMAÑO, 2011; DEMO, 2007), apresentando tópicos descontextualizados e sem compromisso com a formação integral e autônoma do educando. A adoção de grupos colaborativos, pela maior aceitação de importantes estratégias pedagógicas, como o Educar pela Pesquisa (MORAES, GALIAZZI E RAMOS, 2004, DEMO, 2007), possibilita que os alunos assumam-se na busca de seu conhecimento. Essa possibilidade dá ao aluno a ideia de autoconfiança e de espírito cooperativo (BARBOSA E JÓFILI, 2004).

Nesse sentido, o professor necessita formar grupos de dois ou três alunos, o que permite que todos participem e sejam notados. O objetivo é que o professor não interfira de forma imediata no trabalho dos alunos. A eficiência do método de colaboração entre pares está na interação nos grupos. 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 E JÓFILI, 2004).

O professor assume, neste caso, um papel de mediador do processo. 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, além de seu alcance de forma individual.

A adoção do trabalho com grupos colaborativos pode ser opção exclusiva do professor. Essa estratégia, associada ao Educar pela Pesquisa, pode libertar o aluno de condicionamentos de práticas tradicionais que provocam o seu desinteresse pelas aulas e pela aprendizagem, que o afastam da escola. As estratégias do trabalho em grupos colaborativos e do Educar pela Pesquisa podem ser adotadas no currículo escolar, sendo discutidas e estudadas por professores e pelos gestores da escola.

O trabalho por grupos colaborativos exige, por sua vez, que o aluno reflita durante a atividade, dialogue com seus pares e argumente ao defender suas posições.

O trabalho em grupos contribui para a compreensão dos conceitos científicos. Os estudantes geralmente melhoram a qualidade de suas respostas como resultado

dos grupos de discussão. Nesse sentido, é importante mostrar os resultados intermediários do trabalho aos alunos, pois aumenta sua confiança para a continuidade do trabalho (BROOKS e KORETSKY, 2011). Outra vantagem na adoção de trabalhos com grupos colaborativos é que a qualquer momento pode haver a entrada de novos membros. Os integrantes do grupo podem contribuir com os novos membros, pelo convívio com esses sujeitos mais experientes, com vistas ao alcance do mesmo nível dos demais membros da equipe. Essa situação também é compreendida a partir das ideias de Vygotsky para a *zona de desenvolvimento proximal*.

3 OS GRUPOS COLABORATIVOS

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. Para isso, é necessário que seja promovido diálogo entre os participantes para que esses exercitem a busca de consenso sobre o que estão estudando e para que a aprendizagem ocorra (BONARDO, LOPES e FERNANDEZ, 2007).

Os participantes que vão ingressar em uma comunidade colaborativa necessitam adquirir com o passar do tempo as características próprias dessa comunidade, como, por exemplo, a linguagem. Segundo Torres, Alcântara e Irala (2004), a aprendizagem é um processo sociolinguístico.

Os grupos necessitam estruturar-se contemplando alunos de diferentes níveis de conhecimento para que os que tiverem mais dificuldades possam apoiar-se nos mais adiantados. É importante também que os grupos sejam heterogêneos tanto em conhecimento quanto em níveis de interesse para haver interação entre os componentes de diferentes níveis cognitivos. Os grupos podem ter formação aleatória de 2 ou 3 alunos que devem posicionar-se sentados em forma de “u”.

Em um grupo colaborativo, segundo Torres, Alcântara e Irala (2004), não deve haver hierarquia entre os participantes, de modo que trabalhem juntos, em um esforço coordenado. Esse esforço dos componentes do grupo pode proporcionar uma aprendizagem que permita que os alunos participem de investigações colaborativas. Uma forma dessas investigações é o Educar pela Pesquisa, prática pedagógica que tem pressupostos bem definidos (MORAES, RAMOS, GALIAZZI, 2004) e que provoca os alunos a que desenvolvam importantes competências como o questionamento reconstrutivo, a argumentação e comunicação dos resultados como forma de legitimar o trabalho realizado. A prática do Educar pela Pesquisa por professores em suas aulas nos ensinos Fundamental e Médio foi investigada por Ribeiro, Almeida e Ramos (2011), onde se mostrou que ainda é necessário que os professores aprofundem mais seu conhecimento sobre essa estratégia didática.

A competência da argumentação necessita ser desenvolvida em todas as aulas, pois é a discussão entre os sujeitos que promove a aprendizagem colaborativa, principalmente, com opiniões divergentes que entrem em controvérsia, pois a aprendizagem está na busca de um consenso nas discussões (BARBOSA E JÓFILI, 2004). A comunicação dos resultados do grupo para outro grupo maior promove um processo de correção e definição dos resultados obtidos na pesquisa dentro do grupo. A resposta do trabalho em um grupo colaborativo deve ser apresentada em conjunto, pelos componentes. O grupo deve se posicionar inicialmente para, depois, comparar suas respostas com o conhecimento aceito pelas comunidades científicas. Essa discussão no grupo faz com que os participantes aprendam com seus colegas (VILCHES e GIL, 2011). O compartilhamento de ideias e conhecimentos entre os

sujeitos do grupo faz com que participantes iniciem sua aproximação com os demais componentes. Segundo Vygotsky (1988) os participantes de um grupo colaboram para seu crescimento mútuo, não sendo necessária a presença de alguém mais experiente. O compartilhamento de experiências faz com que cada indivíduo desenvolva seu potencial, crescendo ao longo das atividades. No entanto, se faz necessário que os participantes tenham atividade plena durante o grupo colaborativo para ser percebida por todos.

4. O TRABALHO EM GRUPOS

Estudos realizados por Torres, Alcântara e Irala (2004) referem: estudantes que aprendem em pequenos grupos colaborativos demonstram maior realização do que alunos que foram expostos a instruções individuais. A complementação de informações que ocorre no grupo fornece aos estudantes a oportunidade melhor compreender os conceitos trabalhados, pois podem utilizar os conhecimentos dos colegas mais experientes.

Na implantação de um trabalho de grupo colaborativo, é importante planejar cuidadosamente toda a atividade, estabelecendo um cronograma inicial e respeitando tempo para que os alunos: a) participem das aulas nesses grupos; b) realizem atividades de preparação nesses grupos; c) realizem atividades de pesquisa nesses grupos; d) participem de sessões de discussão sobre o tema desenvolvido nesses grupos; e) participem de situações de revisão de conteúdos nesses grupos; f) participem de atividades de avaliação, mesmo que parcial, nesses grupos; g) participem de atividades de correção das avaliações nesses grupos.

É importante que o professor preserve tempo para que os grupos trabalhem em sala de aula, não deixando que as atividades ocorram fora da escola. A orientação e a supervisão do professor sobre todo o trabalho são fundamentais. Entretanto, o professor deve evitar intervir diretamente no trabalho dos grupos. A liberdade de pensamentos e ações entre os 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 (*ibid*) deve promover rupturas e desafiar os educadores, podendo levá-los a formar comunidades de aprendizagem reflexiva, permitindo que os membros trabalhem objetivos comuns.

A montagem dos grupos necessita ser heterogênea, incluindo alunos com variados graus de proficiência. É essa heterogeneidade que fará a construção de um novo tipo de relação entre os pares. Provoca uma aproximação dos pensamentos e permitirá o crescimento dos alunos que apresentarem maiores dificuldades. A questão do interesse pelas aulas também sofrerá influência, já que, quando os alunos estão envolvidos de forma mais autêntica nas atividades, aumentam seu interesse pelas aulas. A aproximação de alunos com conhecimentos diferentes levará, por outro lado, a alguns conflitos de opiniões ou cognitivos. Inicialmente, o próprio grupo deve tentar resolver essas situações. O professor só deverá intervir quando o grupo perder o controle da situação e a atividade começar a perturbar os demais grupos.

É facilmente percebida a motivação dos alunos nessas atividades (BARBOSA E JÓFILI, 2004). Alunos que demonstram desinteresse em outras aulas participam efetivamente das atividades em grupos colaborativos. Quando a atividade envolve o Ensino pela Pesquisa, de acordo com os pressupostos conhecidos e já citados, o envolvimento do aluno se faz ainda maior. O levantamento de conhecimento prévio do aluno e de perguntas que o aluno possa ter sobre determinado assunto contribuem de

forma muito importante no desenvolvimento de um trabalho de pesquisa em sala de aula (RIBEIRO, 2012).

O uso da pesquisa em sala de aula, trabalhado nos grupos colaborativos, pode mostrar a contradição que se percebe entre aquilo que se considera ideal para uma aula e as práticas dos professores na sala de aula (BONARDO, LOPES e FERNANDEZ, 2007). A aplicação do Educar pela Pesquisa revela um envolvimento verdadeiro do professor com as possibilidades de melhorar a qualidade do ensino e promover uma mudança nos papéis representados por professores e alunos em uma sala de aula. Essas técnicas alteram significativamente a aprendizagem e a estrutura de autoridades em sala de aula. As ações reflexivas no processo de discussão em grupo são significativas no ambiente de sala de aula, em relação aos papéis dos sujeitos(*ibid*).

5. A DESCRIÇÃO DE UMA ESTRATÉGIA COM GRUPOS COLABORATIVOS

Este estudo envolveu 42 alunos de duas turmas de 3º Ano do Ensino Médio de uma escola de classe média da rede privada de Porto Alegre. O professor de Química dessas turmas, um dos autores desse artigo, propôs aos alunos o estudo de *óxido-redução e pilhas*, dentro 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.

5.1 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 seis semanas. A formação das duplas foi aleatória, com cada aluno escolhendo com quem gostaria de sentar. 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 (do tipo “volume único”), de uma tabela periódica e de textos e listas de exercícios entregues pelo professor.

No primeiro encontro os alunos, aproveitando-se da nova situação, conversaram e dispersaram-se muito durante a aula. Nos encontros seguintes, já acostumados com suas posições, começaram a interagir de forma positiva e como esperado pelo professor. Ao final de algumas semanas alguns alunos ainda não estavam receptivos à nova forma de trabalho. Não traziam seu material, conversavam durante a aula e solicitavam para saírem 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 ao invés de fazerem perguntas ao professor, as faziam entre si e somente se ainda assim não houvesse uma resposta satisfatória, acionavam o professor.

Durante as aulas de demonstração experimental sobre *óxido-redução* os alunos eram desafiados a projetarem o que iria acontecer com os metais e soluções envolvidas. Após visualizarem o experimento, cada dupla descrevia o que havia acontecido expressando-se por desenhos e equações químicas. Em algumas questões

a resposta deveria ser apresentada em forma de parágrafo concebido após uma discussão entre os componentes da dupla.

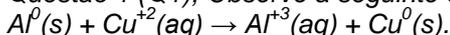
5.2 As atividades de avaliação

Foi combinado com os alunos que seria realizada uma atividade de avaliação em três momentos. Inicialmente, de forma individual, com consulta apenas ao seu próprio caderno; em uma segunda etapa o trabalho seria realizado 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, *lpads* e telefones com acesso à internet.

Para a atividade de avaliação foram escolhidos e adaptados três exercícios sobre óxido-redução, disponíveis na internet e 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 apresentassem justificativas coerentes com o que havia sido trabalhado em aula e que se usasse linguagem química adequada. A orientação dada foi de que o trabalho em duplas não poderia conter respostas iguais ao trabalho individual de algum dos componentes daquela dupla.

As questões formuladas não permitiam uma resposta objetiva, pois se tratavam de situações cujos fenômenos deveriam ser interpretados pelos alunos. A seguir as questões são apresentadas:

Questão 1 (Q1): Observe a seguinte equação:



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 do alumínio para o 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 óxido-redução.

Questão 2 (Q2): Dispositivos denominados de pilhas realizam a conversão de energia química em energia elétrica através de reações de óxido-redução. Considere a série eletroquímica em ordem crescente 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 essas questões 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 avaliada a capacidade de interpretar o fato apresentado e de propor soluções para os processos envolvidos. Essa questão mostra uma situação cotidiana e que, possivelmente, alguns alunos já a tivessem vivenciado. 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.

5.2.1 A atividade individual

A tabela 1 apresenta o número acertos, acertos parciais e erros nas questões pelos alunos durante a atividade individual.

Tabela 1. Número de acertos no trabalho individual

Questão	Acertos	Acertos parciais	Erros
1	19	16	7
2a	25	9	8
2b	21	13	8
3	15	9	18

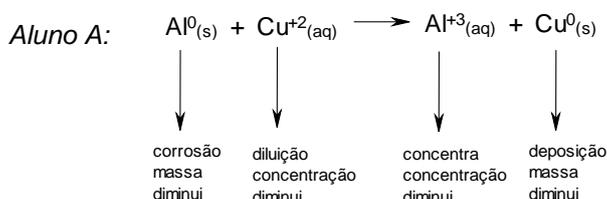
A escolha das questões também passou pelo critério de facilidade/dificuldade para responder, pois os alunos logo perdem o interesse por atividades que consideram muito difíceis e que não conseguem solucionar.

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.

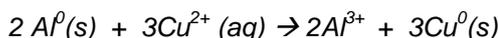
Outras situações também foram observadas nessa etapa. Uma dificuldade observada foi o reconhecimento de símbolos de alguns elementos químicos, bem como o uso de determinadas expressões diferentes das usadas durante as aulas como, por exemplo, *reduzidor*, *agente redutor* e *substância redutora*. A dificuldade 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. Essa dificuldade também foi observada na forma de os alunos interpretarem algumas questões. A maneira como os enunciados se apresentavam também pode ter tido alguma influência na dificuldade.

Os alunos que conseguiam resolver as questões também apresentavam incertezas já esperadas no momento de registrar suas respostas. Mesmo tendo apropriado os conceitos químicos e suas aplicações, perguntavam ao professor sobre a correção da resposta.

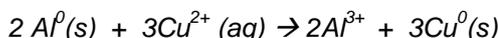
Como exemplos de soluções à questão 1 (Q1), apresentam-se as resposta de três alunos.



Aluno B:



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



Pode-se perceber 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. Apenas o aluno C justificou a situação da diferença entre o número de elétrons “perdidos” pelo alumínio metálico e “recebidos” pelo cátion cúprico para servir de referência para o ajuste dos coeficientes da equação.

5.2.2 A atividade em duplas

Nessa 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 acertos de alunos no trabalho individual, no trabalho em duplas e as diferenças percentuais.

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

Questão	Número de acertos: trabalho individual	Número de acertos: trabalho em duplas	Diferença percentual (%)
1	19	32	68
2 ^a	25	34	36
2 ^b	21	36	71
3	15	26	73
TOTAL	80	128	60

Dos resultados de quatro questões apresentados, observa-se que em três, a diferença de acertos supera 50%.

Observou-se, durante o trabalho, a discussão entre os pares. 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 por quase todo o tempo do trabalho.

Vários alunos, nas discussões, perceberam que as questões avaliavam assuntos que haviam sido comentados ou escritos pelo professor durante as aulas. Alguns desses comentários estavam anotados 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

decrecente, 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 (36%). Apresentam-se as respostas de dois alunos (trabalhos individuais) e de sua dupla.

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

Resposta individual do Aluno E: () certa (x) errada. Maior potencial = maior reatividade

Resposta da 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 observar que a formação da dupla entre os alunos D e E foi positiva para ambos, pois possibilitou a reforma de suas respostas individuais, melhorando a forma de apresentação. Houve a substituição de termos incorretos e a situação questionada foi justificada corretamente.

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

5.2.3 Atividade em duplas com 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 fez 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

Questão (q)	Número de acertos: trabalho individual	Número de acertos: trabalho em duplas	Diferença porcentual (%)
1	19	38	100
2a	25	38	52
2b	21	40	90
3	15	35	133
TOTAL	80	151	89

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. Mostra-se a seguir, 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.

A equação fica $2Al(s) + 6Ag^+ \rightarrow 2Al^{3+} + 6Ag(s)$.

A questão Q3 foi a que apresentou maior índice de melhora nas respostas dos alunos após o uso da pesquisa em sala de aula. A figura 1 apresenta um gráfico com a evolução em cada etapa do trabalho para as questões apresentadas.

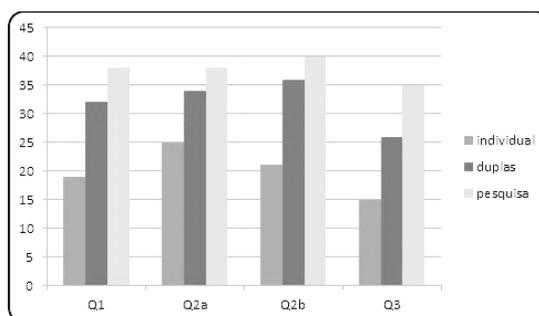


Figura 1: comparação entre os acertos obtidos nos três momentos da atividade

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção do trabalho em grupos cooperativos proporciona melhor aprendizagem para os alunos. Quando associada à pesquisa em sala de aula produz melhores condições para que os alunos se apropriem dos conteúdos estudados e desenvolvam a argumentação.

A disposição dos alunos em duplas durante as aulas e atividades estimula o desenvolvimento de habilidades importantes, como a autonomia e a capacidade de argumentação, por exemplo. O trabalho nas duplas e a mediação dos colegas e do professor contribuem para que os alunos busquem, eles próprios, o conhecimento que estava além de seu alcance individual.

As tarefas atribuídas aos alunos em seus grupos não podem estar fora do alcance de todos os componentes. 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. Assim, é importante avaliar o trabalho pelo progresso obtido pelos membros do grupo e não de forma homogênea, como se todos os componentes tivessem o mesmo conhecimento antes de o grupo ser montado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, Rejane M. N.; JÓFILI, Zélia M.S. Aprendizagem cooperativa e ensino de Química: parceria que dá certo. In: **Revista Ciência e Educação**. v. 10, n. 1. p. 55-61. 2004.
- BONARDO, Josely C.; LOPES, José G.S.; FERNANDEZ, Carmen. 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, Bill J.; KORETSKY, Milo D. The influence of group discussion on students' responses and confidence during peer instruction. In: **Journal of Chemical Education**. n. 88 p. 1477-1484. Washington: 2011.
- CAAMAÑO, Aureli. Enseñar química hoy. In: **Alambique**. n. 69. p. 5-7. Barcelona: 2011.
- CHASSOT, Attico I. **Para que(m) é útil o ensino?** 2 ed. Canoas: Editora da Ulbra, 2004.
- DEMO, Pedro. **Educar pela Pesquisa**. 8. ed.. Campinas: Autores Associados, 2007.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2010.
- FRESCHI, Márcio; RAMOS, Maurivan G. Unidade de Aprendizagem: um processo em construção que possibilita o trânsito entre senso comum e conhecimento científico. In: **Revista Electronica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 8, n. 1, 2009. p. 156-170.
- MORAES, Roque, GALIAZZI, Maria C., RAMOS, Maurivan 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**. 2ª edição. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p. 9-23.
- RAMOS, Maurivan G.; MORAES, Roque. A avaliação em Química: contribuição aos processos de mediação da aprendizagem e de melhoria do ensino. In: SANTOS, Wildson Luiz P. dos; MALDANER, Otavio Aloisio. **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2010. p. 313-330.
- RIBEIRO, Marcus E.M.; ALMEIDA, Marcus M.; RAMOS, Maurivan G. O ensino de Ciências e Matemática pela prática da pesquisa na escola. **Anais do 8º Congresso Internacional de Educación Superior**. Havana. 2007. Disponível em: <http://profmarcusribeiro.com.br/publicacoes/>. Acessado em: 19 abr. 2012.
- RIBEIRO, Marcus M.R. Roteiro de atividade sobre a prática da pesquisa em sala de aula. **Revista Scientific American – Aula Aberta**. São Paulo. v. 10. p. 62-63. Fev. 2012.
- TORRES, Patrícia L., ALCÂNTARA, Paulo R., IRALA, Esrom A. F. Grupos de consenso: uma proposta de aprendizagem colaborativa para o processo de ensino-aprendizagem. In: **Revista Diálogo Educacional**. v. 4. n. 13. p. 129-145. Curitiba: 2004.
- VILCHES, Amparo, GIL, Daniel. El trabajo cooperativo en las clases de ciencias. In: **Alambique**. n. 69. p. 73-79. Barcelona: 2011.
- VYGOTSKY, Lev S. **A Formação Social da Mente**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1988.