

Método Cooperativo de Aprendizagem *Jigsaw* no Ensino de Cinética Química

Elton Fabrino Fatarelli, Luciana Nobre de Abreu Ferreira, Jerino Queiroz Ferreira e Salet Linhares Queiroz

Este artigo descreve uma estratégia baseada na aprendizagem cooperativa com alunos do 2º ano do ensino médio, usando o método *Jigsaw*. O tópico 'Fatores que alteram a velocidade das reações químicas' foi estudado. No final da aula, os estudantes responderam a um questionário para a análise da aceitação da atividade. Os resultados indicam que a aprendizagem cooperativa pode criar condições para um melhor ensino de conteúdos de química, contribuir para a formação de uma cidadania consciente e estimular atitudes cooperativas na escola e no ambiente social.

► aprendizagem cooperativa, ensino de química, *Jigsaw* ◀

Recebido em 26/08/09, aceito em 06/04/10

161

Se pararmos para recordar as situações nas quais adquirimos conhecimento, facilmente perceberemos que grande parte delas envolve outras pessoas, como familiares ou amigos. Ao percebermos isso, possivelmente concordaremos com a relevância da frase “não se aprende sozinho”. Segundo Cortella (1999), é pela mediação e interação com o outro que o conhecimento é produzido. Para o autor, nesse processo, o conhecimento é a relação na qual intervêm o sujeito e o objeto, não estando a verdade nem no sujeito nem no objeto, mas precisamente na interação entre eles.

Nessa perspectiva, este trabalho tem como objetivos relatar uma estratégia didática aplicada em uma aula de química do ensino médio de uma escola paulista, verificar possíveis contribuições para o melhor entendimento dos conceitos nela trabalhados e avaliar sua aceitação por parte dos alunos. A estratégia foi baseada nos preceitos da aprendizagem cooperativa, em especial no método *Jigsaw*. Ao colocá-la em prática, partimos do pressuposto que atividades cooperativas podem

favorecer uma interação mais efetiva entre os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem e a aquisição, por parte dos alunos, de habilidades e conhecimentos relacionados aos temas em estudo (Johnson e cols., 1999). As características da aprendizagem cooperativa e do método *Jigsaw* são sucintamente discutidas a seguir.

A aprendizagem cooperativa e o método *Jigsaw*

Aprendizagem cooperativa

Grandes contribuições para a divulgação da aprendizagem cooperativa são atribuídas aos autores David Johnson e Roger Johnson (1974). Uma característica dessa aprendizagem é a sua natureza social, pois os estudantes interagem e compartilham suas ideias, melhorando sua compreensão individual e mútua. A aprendizagem ocorre em um meio particular, no qual se desenvolvem habilidades intelectuais e interpessoais e se estabelecem relações sociais. De fato, a extensa investigação sobre aprendizagem cooperativa, desenvolvida nos anos 1970, tem demonstrado as

vantagens de aprender em cooperação (Cochito, 2004).

De acordo com Johnson e cols. (1999), cooperar significa trabalhar juntos para atingir objetivos compartilhados. Nas atividades cooperativas, os indivíduos buscam benefícios para si mesmos e, ao mesmo tempo, para todos os outros integrantes do grupo.

Segundo as bases teóricas fornecidas por Johnson e cols. (1999), para que o trabalho cooperativo seja funcional e produtivo, as seguintes condições precisam estar presentes no processo de ensino e aprendizagem:

- *interdependência positiva* – sentimento do trabalho conjunto para um objetivo comum, no qual cada um se preocupa com a aprendizagem dos colegas;
- *responsabilidade individual* – responsabilidade pela própria aprendizagem e pela dos colegas e contribuição ativa para o grupo;
- *interação face a face* – oportunidade de interagir com os colegas de modo a explicar, elaborar e relacionar conteúdos;
- *habilidades interpessoais* –

competências de comunicação, confiança, liderança, decisão e resolução de conflito;

- *processamento grupal* – balanços regulares e sistemáticos do funcionamento do grupo e da progressão na aprendizagem.

Na aprendizagem cooperativa, o docente usualmente cumpre os seguintes papéis: determina os objetivos da atividade; distribui os estudantes em grupos de trabalho; explica a atividade a ser realizada; coloca em funcionamento a atividade cooperativa; procura garantir a efetividade do trabalho realizado nos grupos e faz intervenções quando é necessário; avalia a aprendizagem dos alunos; e solicita que o grupo faça uma avaliação sobre o seu desempenho (Stahl, 1996).

Algumas das formas básicas de organização das atividades de aprendizagem cooperativa são a Instrução Complexa, o TGT (*Teams-Games-Tournament*) e o STAD (*Student Teams Achievement Division*), assim como o *Jigsaw* (Cochito, 2004).

O método *Jigsaw*

O método *Jigsaw*, desenvolvido por Aronson e cols. (1978), não se distancia dos princípios enunciados por Johnson e Johnson (1974) e caracteriza-se por um conjunto de procedimentos específicos, especialmente adequado ao desenvolvimento de competências cognitivas.

No referido método, em uma primeira fase, os alunos são distribuídos em grupos de base e um determinado tópico é discutido por todos de cada grupo. O tópico é subdividido em tantos subtópicos quantos os membros do grupo. Numa segunda fase, cada aluno estuda e discute com os membros dos outros grupos a quem foi distribuído o mesmo subtópico, formando assim um grupo de especialistas. Posteriormente, cada um volta ao grupo de base e apresenta o que aprendeu sobre o seu subtópico aos seus colegas, de maneira que fiquem reunidos os conhecimentos indispensáveis para a compreensão do tópico em questão. Cada estudante precisa aprender a matéria para

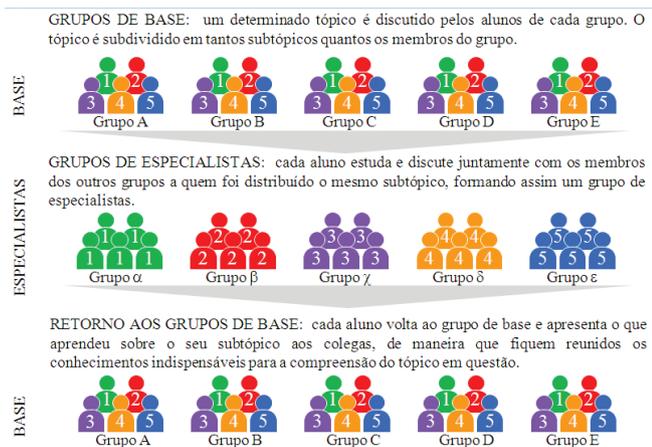


Figura 1: Representação esquemática de atividade baseada no método cooperativo de aprendizagem *Jigsaw*.

'si próprio' e também explicar aos seus colegas, de forma clara, o que aprendeu (Cochito, 2004). Na Figura 1, está ilustrado o esquema básico do método.

A quantidade de relatos reportados na literatura sobre o uso do método *Jigsaw* no ensino de química (nível básico) ainda é pequena. No âmbito internacional, destaca-se o trabalho de Eilks (2005), *Experiences and reflections about teaching atomic structure in a jigsaw classroom in lower secondary school chemistry lessons*, que se refere à aplicação do método para estudantes do nível médio no ensino do tópico Estrutura Atômica. O assunto foi dividido em três subtópicos (O Experimento de Rutherford e Estrutura Atômica; Estrutura do Núcleo Atômico; e Estrutura das Camadas Atômicas), distribuídos a três grupos de especialistas, que recebiam uma sequência de atividades a serem desenvolvidas para o aprofundamento do subtópico. O autor avaliou a eficácia da estratégia por meio das opiniões dos alunos sobre as potencialidades do *Jigsaw* no sentido de tornar o aprendizado da química mais atraente e promover o desenvolvimento de habilidades comunicativas e sociais.

No contexto nacional, é digno de nota o trabalho de Barbosa e Jófili (2004), *Aprendizagem cooperativa e ensino de química – parceria que dá certo*, no qual as autoras relatam duas estratégias pautadas no método *Jigsaw*, uma aplicada no ensino superior e outra, no ensino fundamental. No ensino fundamental, uma pesquisa

sobre o método *Jigsaw* foi aplicada com 69 alunos de ciências de duas turmas de 8ª série. Uma turma trabalhou seguindo os preceitos do referido método e a outra desenvolveu os trabalhos de forma individual. As autoras concluíram que, apesar de os resultados da aprendizagem nas duas turmas terem sido similares, eles apontam para a relevância do método *Jigsaw*, uma vez que na turma na qual este foi aplicado os alunos tiveram oportunidade de ensinar e aprender uns com os outros, conduzindo e explicando os experimentos para os colegas, numa atmosfera de companheirismo, descontração e interação.

Preparação, aplicação e avaliação da estratégia

Na estratégia relatada neste artigo, o método *Jigsaw* foi aplicado em uma turma de 25 alunos do 2º ano do ensino médio de uma escola da cidade de Pitangueiras (SP) durante uma aula dupla de 1 hora e 34 minutos, na qual foi contemplado o assunto *Fatores que afetam a velocidade das reações químicas*, inserido no tema *Dinâmica das transformações químicas*, um dos objetos de conhecimento associados às Matrizes de Referência para o ENEM 2009¹.

Cabe lembrar que o tempo dedicado à execução da estratégia não se resumiu à sua aplicação em sala de aula, uma vez que exigiu a realização de vários procedimentos de preparação por parte do professor como a divisão dos grupos, montagem dos experimentos etc.

Preparação da estratégia

A formação dos grupos de base, cada um deles com cinco componentes, foi feita antes do início da aula pelo professor responsável pela turma, primeiro autor do presente artigo. Para garantir a participação ativa de todos os membros dos grupos, o professor atribuiu a cada um deles os seguintes papéis: *redator* – redige as respostas do grupo; *mediador* – organiza as discussões no grupo, permitindo que todos possam se expressar e resolve os conflitos de opinião; *relator* – expõe os resultados da discussão; e *porta-voz* – tira dúvidas com o professor.

De acordo com Cochito (2004), essa condição é necessária para que o funcionamento do grupo se processe de forma equilibrada e todos contribuam e valorizem-se mutuamente. A partir dos papéis atribuídos pelo professor, foi possível também propiciar aos alunos o desenvolvimento de habilidades pouco estimuladas no ensino médio como comunicação oral e escrita e trabalho em grupo. Assim, a partir do papel de *redator*, foi possível estimular a capacidade de comunicação escrita dos alunos que receberam esse papel. Os alunos que exerceram o papel de *mediador* tiveram a oportunidade de aprimorar suas habilidades de trabalhar em grupo

como negociar, conduzir conflitos e ensinar aos demais. Aos alunos que cumpriram os papéis de *porta-voz* e *relator*, foi possível desenvolver habilidades de comunicação oral. Ao considerar a comunicação oral uma das maiores deficiências de sua turma, o professor optou por repetir esse papel dentro dos grupos, assim, cada grupo tinha dois relatores.

Aplicação da estratégia

O método *Jigsaw* foi aplicado da seguinte maneira: na primeira etapa da aula (duração de 10 minutos aproximadamente), os alunos foram distribuídos em seus respectivos grupos de base e cada um deles tomou conhecimento do papel que deveria desempenhar no grupo. Na segunda etapa (duração de 15 minutos aproximadamente), o professor fez uma breve exposição sobre a importância do conhecimento da velocidade das reações químicas e das condições necessárias para que estas aconteçam. Em seguida, apresentou a seguinte pergunta, que foi discutida entre os membros dos grupos de base: “*Que fatores afetam a velocidade de uma reação química?*”. Na terceira etapa (duração de 25 minutos aproximadamente), após o período destinado à resolução da questão inicial, cada aluno executou um experimento sobre um fator que afeta a velocidade

das reações químicas (temperatura, concentração, superfície de contato, catalisador e inibidor), juntamente com os colegas dos outros grupos a quem foi atribuído o mesmo experimento, formando-se assim cinco grupos de especialistas. No Quadro 1, estão descritos os roteiros dos experimentos executados pelos especialistas².

Na quarta etapa (duração de 40 minutos aproximadamente), cada aluno voltou ao seu grupo de base e apresentou suas observações e conclusões sobre o experimento aos demais colegas. Após a explanação de todos os especialistas, os alunos voltaram a discutir a questão colocada inicialmente pelo professor, de modo que pudessem aprimorar suas respostas. Nesse momento, o *mediador* solicitou a cada componente que expusesse os conceitos discutidos no grupo de especialistas, garantindo que todos tomassem conhecimento do que foi observado em cada experimento, e o *porta-voz*, quando necessário, eliminou dúvidas remanescentes do grupo com o professor. No final da discussão, o *redator* escreveu em uma folha as respostas do grupo e as entregou ao professor, e os *relatores* apresentaram oralmente as conclusões do grupo ao professor e aos demais alunos. O esquema da Figura 2 mostra a dinâmica dos grupos durante a realização do *Jigsaw*.

Quadro 1: Experimentos sobre os fatores que afetam a velocidade de uma reação executados nos grupos de especialistas.

1º Experimento: Temperatura Em três copinhos descartáveis, colocar água até a marca de acordo com a temperatura: no primeiro, água quente; no segundo, água à temperatura ambiente; e no terceiro, água gelada. Adicionar, simultaneamente, em cada copinho, ¼ de comprimido efervescente. Observar e comparar a ordem de término das reações. Responder: “Como a temperatura influencia na velocidade da reação?”
2º Experimento: Superfície de contato Em dois copinhos descartáveis, colocar água até a marca. Adicionar simultaneamente: em um copinho, ½ comprimido efervescente; e ao outro, ½ comprimido efervescente triturado. Observar e comparar a ordem de término das reações. Responder: “Qual a sua conclusão sobre a influência da superfície de contato na velocidade da reação?”
3º Experimento: Concentração Em três copinhos descartáveis, colocar água até a marca. Adicionar a cada um dos copos gotas de “Diabo verde”, conforme a sequência: Copo 1: 10 gotas; Copo 2: 20 gotas; Copo 3: 40 gotas. Adicionar em cada copinho, ao mesmo tempo, um pedaço de papel alumínio. Observar e comparar a ordem de término das reações. Responder: “Como a concentração da solução influencia na velocidade da reação?”
4º Experimento: Inibidor Cortar uma fatia do meio da berinjela e colocá-la sobre um prato descartável. Logo a seguir, espalhar o conteúdo de uma cápsula de Vitamina C na metade da superfície da berinjela e deixar em repouso por alguns minutos. Anotar as observações e explicar o que ocorreu. Responder: “Como o inibidor influencia na velocidade de reação? Indique o inibidor nesse experimento.”
5º Experimento: Catalisador Em dois copinhos descartáveis, colocar solução de água oxigenada até a marca. Acrescentar a cada um dos copos 20 gotas de detergente. Adicionar em apenas um dos copos um pequeno pedaço de batata. Observar e comparar as reações. Responder: “Como o catalisador influencia na velocidade da reação? Identificar o catalisador nesse experimento.”



Figura 2: Representação esquemática das etapas seguidas na aplicação da atividade. Legenda: GB = grupo de base; GE = grupo de especialistas.

É importante deixar claro que os papéis não eram estanques, ou seja, não representavam a única função exercida por integrante do grupo durante a realização da atividade, uma vez que, no retorno aos grupos de base, cada um dos especialistas também exercia a função de mediador, relatando as conclusões sobre o experimento estudado para os componentes do grupo. Portanto, a atribuição de papéis visou à organização do trabalho nos grupos de base e o favorecimento de uma maior participação de todos os alunos.

Avaliação da estratégia

Após a apresentação oral dos relatores de cada um dos grupos e da entrega pelos relatores das respostas dos grupos à questão final, foi realizado o processamento grupal, um componente essencial da aprendizagem cooperativa. O processamento grupal se define como a reflexão sobre uma sessão grupal para descrever que ações do grupo resultaram úteis e quais foram inúteis, e é necessário para que sejam tomadas decisões a respeito de quais condutas devem ser mantidas e quais devem ser descartadas com o propósito de melhorar a efetividade dos integrantes para alcançar os objetivos do grupo (Johnson e cols., 1999).

Segundo Johnson e cols. (1999), uma das ações fundamentais que devem ser tomadas para o êxito do processamento grupal é o oferecimento de uma estrutura para sua realização.

Assim, foram apresentados aos alunos os seguintes questionamentos:

- Indiquem pelo menos três atitudes/procedimentos do grupo que favoreceram o desenvolvimento do trabalho realizado na aula de hoje.
- Indiquem também algumas atitudes/procedimentos do grupo que poderiam ser aperfeiçoadas para um melhor desempenho do grupo.

Concluído o processamento grupal, os alunos responderam individualmente a um questionário, o qual apresentava 15 afirmações, ilustradas no Quadro 2, que deveriam ser respondidas pelos estudantes em *Escala Likert* de cinco pontos, com alternativas: Concordo Fortemente (CF), Concordo (C), Indeciso (I), Discordo (D) e Discordo Fortemente (DF). Esse questionário foi aplicado com o intuito de conhecermos a opinião dos alunos sobre a estratégia desenvolvida. A elaboração do questionário foi baseada no trabalho de Eilks (2005).

Resultados e discussão

Respostas dos grupos ao questionamento "Que fatores afetam a velocidade de uma reação química?"

As respostas dos grupos de base ao questionamento feito no início e no final da aplicação da estratégia encontram-se ilustradas no Quadro 3.

Observamos que a *temperatura*

foi o fator mais citado, constando nas respostas iniciais de quatro dos cinco grupos, sendo que um dos grupos apontou este como o único fator que influencia a velocidade de uma reação. Dois grupos apontaram a *quantidade de reagente* e outros dois grupos destacaram o *estado físico dos reagentes* como fatores determinantes na velocidade das reações. *Pressão* e *energia* também foram mencionadas por dois grupos.

Ao confrontarmos as respostas iniciais com as finais, percebemos que, nas respostas iniciais de quatro dos cinco grupos, apenas estavam enumerados os fatores, sem discussão sobre a forma de influência destes ou as possíveis razões para tal. A resposta inicial do grupo 2 correspondia à única exceção, na qual o grupo explicava de que forma a temperatura influencia a velocidade de reação (*"... com o aumento desta as colisões entre os átomos tornam-se mais acentuados aumentando a velocidade da reação. Com temperaturas baixas a reação ocorre com menor intensidade, por exemplo: conservação de alimentos na geladeira"*).

Nas respostas finais de todos os grupos, um maior número de fatores foi enumerado pelos estudantes. Verificamos também, em quatro dos cinco grupos, a ocorrência de justificativas relacionadas à forma como esses fatores influenciam a velocidade das reações. Além disso, alguns alunos também relacionaram os assuntos estudados com aspectos do seu cotidiano (*"Outro fator que influencia a velocidade são as moléculas já separadas. Exemplo: em casa quando cozinhamos alimentos a gente corta os alimentos para acelerar o processo"*).

A partir das repostas finais apresentadas no Quadro 3, podemos sugerir que a discussão realizada no método *Jigsaw* favoreceu o aprimoramento da capacidade de comunicação escrita dos estudantes, uma vez que foram oferecidas respostas mais longas e elaboradas, quando comparadas às iniciais. Ademais, as respostas também demonstram o melhor entendimento dos alunos em relação aos conceitos trabalhados durante a aplicação da estratégia.

Quadro 2: Afirmações presentes no questionário em escala *Likert* para a avaliação da estratégia aplicada pelos alunos.

1	Eu pude trabalhar com mais independência no formato de aula <i>Jigsaw</i> do que faço normalmente nas aulas expositivas.
2	Eu teria gostado mais se o professor tivesse nos ajudado mais diretamente no entendimento do conteúdo de cinética química que estão nas etapas do <i>Jigsaw</i> .
3	Eu trabalhei com mais intensidade no formato de aula <i>Jigsaw</i> do que costumo trabalhar durante as aulas expositivas/expositivas dialogadas.
4	Eu prefiro quando o professor discute tópicos com a classe toda (aula expositiva dialogada) do que quando nós temos que trabalhar em pequenos grupos.
5	Eu acredito que aprendi muito sobre o conteúdo "Fatores que influenciam a velocidade das reações" trabalhando no formato de aula <i>Jigsaw</i> .
6	Eu não gostei de trabalhar no formato de aula <i>Jigsaw</i> porque meu trabalho ficou muito dependente do desempenho dos meus colegas.
7	Eu acho que o formato de aula <i>Jigsaw</i> é confuso e desestruturado.
8	Eu gostei de trabalhar no formato de aula <i>Jigsaw</i> porque pude trabalhar junto com outros colegas.
9	Foi difícil organizar sozinhos o nosso trabalho no formato de aula <i>Jigsaw</i> .
10	O uso de diferentes métodos de ensino (como o formato de aula <i>Jigsaw</i>) torna nossas aulas mais divertidas e menos cansativas.
11	Acredito que a distribuição de papéis entre os participantes dos grupos de base (mediador, porta-voz, facilitador etc.) facilitou a realização das atividades solicitadas pelo professor.
12	Acredito que a distribuição de papéis entre os participantes dos grupos de base (mediador, porta-voz, redator etc.) facilitou a organização do trabalho do grupo.
13	Ter um papel específico a desempenhar no grupo (mediador, porta-voz, redator etc.) me ajudou no desenvolvimento de novas habilidades ou no aperfeiçoamento de habilidades que eu já possuía.
14	Considero que o processamento grupal, realizado no final dos trabalhos dos grupos de base, é importante para o bom andamento das atividades no grupo.
15	Eu gostaria de participar novamente de aulas no formato <i>Jigsaw</i> na disciplina Química.

Avaliação da estratégia pelos alunos

Para que a discussão a respeito da avaliação dos alunos sobre a estratégia pudesse ser feita de forma mais clara, inicialmente agrupamos as afirmações contidas no questionário ilustrado no Quadro 2 em três categorias, distribuídas nas Figuras 3, 4 e 5.

Apresentamos na Figura 3 as respostas dadas para as afirmações 1, 3, 6, 8 e 9, que se relacionam à opinião dos alunos com relação à sua conduta durante a realização da estratégia. Nas afirmações 1 e 3, os alunos opinaram sobre a independência e intensidade com que conduziram as tarefas pertencentes à atividade realizada.

Os resultados foram positivos com relação a tais afirmações, uma vez que a grande maioria dos alunos afirma ter trabalhado com maior independência (84,0%; somatório das respostas CF e C) e intensidade (96,0%; somatório das respostas CF e C) durante a realização da atividade.

Barbosa e Jófili (2004) alcançaram resultados semelhantes ao fazerem uso do método *Jigsaw* com alunos de ensino fundamental e relataram que a motivação dos alunos da sala cooperativa foi claramente percebida no decorrer do trabalho, na qual alunos considerados desinteressados em outras aulas participaram ativamente das atividades.

Com relação às impressões dos alunos sobre a dependência do trabalho dos demais colegas para o sucesso da tarefa realizada, é possível verificar que os resultados foram bastante favoráveis à proposta, uma vez que a discordância deles em relação a essa afirmativa foi unânime (100,0%; somatório das respostas D e DF) e, de forma complementar, a grande maioria dos alunos concordou que gostaram de trabalhar no formato de aula *Jigsaw* porque era possível trabalhar junto com os outros colegas (96,0%; somatório das respostas CF e C).

Constatamos, ainda, que a maioria dos alunos (76,0%; somatório das

respostas D e DF) não acredita que organizar o trabalho sozinhos no formato de aula *Jigsaw* tenha sido difícil. No entanto, 24,0% se sentiram indecisos com relação a essa afirmação. De fato, um dos objetivos básicos do trabalho cooperativo é favorecer a responsabilidade individual, no qual cada um tem um papel a desempenhar e precisa estar consciente de que os resultados só são positivos se sua participação for efetiva. Portanto, não consideramos surpreendente a ocorrência dessas opiniões, tendo em vista as dificuldades iniciais de alguns em arcar com tais responsabilidades, uma vez que estão habituados a situações de ensino nas quais são meros receptores de informações fornecidas pelo professor. Hagen (2000), ao obter resultados semelhantes, procura justificar o fato afirmando que, do ponto de vista dos alunos, ensinar é algo que só os professores podem fazer e é mais confortável para eles um estilo de ensino baseado exclusivamente na exposição do docente. Assim, concordamos com Barbosa e Jófili (2004) ao entendermos que a cooperação entre os pares ainda não está presente de forma sistemática nas escolas. É uma característica que precisa ser incentivada e, para isso, são necessárias intervenções para desenvolver nos alunos o sentimento da importância dessa cooperação.

Na Figura 4, estão representados os resultados apontados pelos alunos para as afirmações 2, 4, 5, 13 e 15, que correspondem às impressões sobre as contribuições da estratégia para o aprendizado dos conteúdos estudados e para o desenvolvimento de habilidades relevantes à sua formação, o interesse em participar de atividades baseadas no método *Jigsaw* novamente e a conduta do professor. No que diz respeito à proposta ter favorecido a compreensão de conceitos, verificamos que a grande maioria concordou com tal afirmação (95,8%, somatório das respostas CF e C). Esses resultados são corroborados quando retomamos aqueles apresentados na primeira parte desta discussão (Quadro 3), na comparação entre as respostas iniciais e finais dos alunos à questão.

Quadro 3: Respostas apontadas pelos alunos para o questionamento “Que fatores afetam a velocidade das reações químicas” nas discussões (inicial e final) nos grupos de base.

GRUPO	Resposta inicial dos grupos de base	Resposta final dos grupos de base
1	“Alguns fatores que influenciam a velocidade de uma reação química são: a temperatura, a quantidade dos reagentes, e a energia liberada na reação”	“A temperatura, pois quanto maior for a temperatura, maior a velocidade com que ocorre a reação, ou seja, são diretamente proporcionais; A desintegração das moléculas, quanto mais as moléculas do reagente estiverem separadas, mais fácil ocorre a reação; já quando as moléculas estão juntas a reação é mais dificultada; Concentração, quanto maior a concentração maior a velocidade; Catalisador, aumenta a velocidade da reação; Conservadores, retarda o processo de degradação dos alimentos.”
2	“Um dos fatores que podem afetar a velocidade de uma reação é a temperatura, com o aumento desta as colisões entre os átomos tornam-se mais acentuadas aumentando a velocidade da reação. Com temperaturas baixas a reação ocorre com menor intensidade, por exemplo: conservação de alimentos na geladeira.”	“Existem muitas coisas que podem influenciar a velocidade de uma reação química: - temperatura do solvente - adição de reagentes - concentração - inibidor e catalisador”
3	“Os fatores que afetam a velocidade de uma reação são a temperatura, e o estado físico em que o reagente estiver: sólido, líquido e gasoso.”	“Os fatores que afetam a velocidade uma reação são temperatura, pois quando ela é maior é mais rápida a reação e quando a temperatura é menor a velocidade de reação é menor. O catalisador acelera a reação dos reagentes, pois o detergente e água oxigenada reagiram com a batata e a reação entre eles foi acelerada. Outro fator é o volume do solvente, pois no experimento do hidróxido de sódio a velocidade da reação foi maior no pote que tinha maior quantidade de NaOH e essa reação é com bolinhas de alumínio e na berinjela a vitamina C age como inibidor, pois retarda a oxidação da berinjela. Outro fator que influencia a velocidade são as moléculas já separadas. Exemplo: em casa quando cozinhamos alimentos a gente corta os alimentos para acelerar o processo.”
4	“A afinidade entre os reagentes; As condições do ambiente em que a reação ocorre: temperatura, pressão, umidade; Estado físico dos reagentes; O meio em que as reações ocorrem: aquoso, sólido e gasoso.”	“A concentração e a temperatura dos reagentes são diretamente proporcionais à velocidade da reação; A presença de alguns reagentes pode retardar ou acelerar uma reação; A área de contato entre os reagentes contribui para as colisões, podendo aumentar ou diminuir a velocidade da reação.”
5	“Energia, velocidade das colisões, quantidade de reagentes, pressão.”	“Temperatura (quanto maior a temperatura mais rápida é a reação), Superfície de contato (quanto maior a superfície de contato mais rápida é a reação); Concentração (quanto maior a concentração mais rápida é a reação); Agente inibidor (onde não há inibidor a reação é mais rápida); Agente catalisador (onde não há catalisador a reação é mais rápida).”

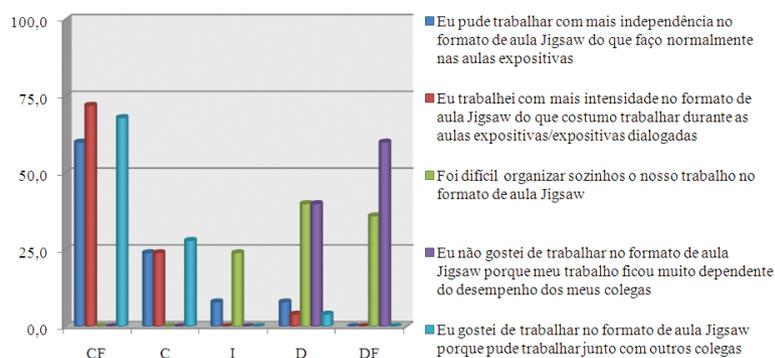


Figura 3: Índice de respostas em escala Likert de cinco pontos para as afirmativas 1, 3, 6, 8 e 9 do questionário de avaliação da estratégia pelos alunos.

É possível constatar também as contribuições da estratégia no sentido de desenvolver ou aperfeiçoar habilidades dos alunos, uma vez que 88,0% (somatório das respostas CF e C)

concordam com tal assertiva. De fato, Silva (2007) observou em seu trabalho evidências de uma melhor aceitação na negociação de significados ao usar a aprendizagem cooperativa se com-

parada à aprendizagem tradicional. Isso implica a aquisição de competências sociais como o desenvolvimento social, afetivo, motivacional, cognitivo e de relações cooperativas.

Os resultados também apontados na Figura 4 consolidam a satisfação dos alunos com relação à atividade realizada, uma vez que 100,0% deles (somatório das respostas CF e C) concordaram com a afirmação de que gostariam de participar novamente de aulas de química no formato *Jigsaw*.

No que diz respeito às afirmações relacionadas à conduta do professor, é possível verificar resultados favoráveis à sua postura durante a aula no formato *Jigsaw*. A maioria dos alunos discorda do fato de que teria sido melhor se o professor tivesse ajudado

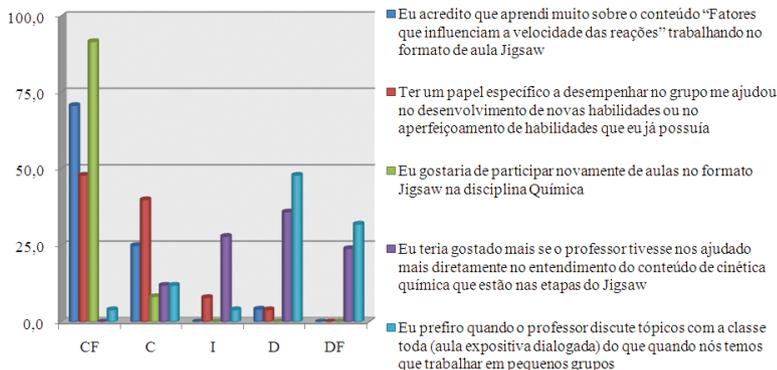


Figura 4: Índice de respostas em escala *Likert* de cinco pontos para as afirmativas 2, 4, 5, 13 e 15 do questionário de avaliação da estratégia pelos alunos.

mais diretamente no entendimento dos conceitos trabalhados na aula (60,0%, somatório das respostas D e DF) e discutido tópicos com a classe toda numa aula expositiva dialogada em detrimento do trabalho em pequenos grupos (80,0%, somatório das respostas D e DF). No entanto, houve um número considerável de indecisos (28,0%) com relação à primeira assertiva, o que comprova as conjeturas feitas anteriormente sobre a dificuldade deles em adotar uma postura independente em relação ao professor. Segundo Cochito (2004), na aprendizagem cooperativa, o papel do docente ganha novas dimensões, pois quanto mais bem-sucedido for este, maior será a transferência de 'poder' para os alunos, assim eles se tornarão mais autônomos, responsáveis e capazes de se auto-organizar.

Na Figura 5, são apresentados os resultados para as afirmações 7, 10, 11, 12 e 14, que se relacionam às impressões dos alunos sobre a atividade, que consistiu na aplicação do método *Jigsaw*, na distribuição de papéis e no processamento grupal.

Verificamos um nível de satisfação totalmente favorável à proposta, pois 100,0% dos alunos discordam do fato de que o formato de aula *Jigsaw* tenha sido confuso e desestruturado e concordam que o mesmo método tornou a aula mais divertida e menos cansativa. Tais resultados demonstram que eles não tiveram grandes dificuldades para compreender a sistemática de trabalho, descartando a hipótese de que o método tenha sido confuso

para eles e de difícil aplicação para o professor. Além disso, o fato de os estudantes considerarem que o método torna as aulas menos cansativas enfatiza a sua importância no sentido de aumentar a sua motivação em sala de aula e, como consequência, favorecer o desenvolvimento de habilidades interpessoais e cognitivas.

Com relação às afirmações concernentes às impressões dos alunos sobre a distribuição de papéis entre os participantes dos grupos de base, verificamos que esse aspecto foi encarado de maneira positiva, pois todos eles (100,0%, somatório das respostas CF e C, para as duas afirmações) concordaram que a distribuição de papéis facilitou a realização das atividades solicitadas pelo professor e a organização do trabalho em grupo. Para Barbosa e Jófili (2004), quando os alunos têm claras as tarefas a serem desempenhadas por cada membro do grupo e percebem que estas são essenciais para seu bom funcionamento, compreendem a importância de seu papel

e tentam cumpri-lo de forma mais responsável para não comprometer a aprendizagem geral. Ademais, segundo Johnson e cols. (1999), ao sentir-se apreciado e respeitado, o aluno constrói um compromisso maior com a aprendizagem.

Foi possível constatar também que 100,0% dos alunos (somatório das respostas CF e C) perceberam a importância do processamento grupal. Nas respostas ao questionário do processamento grupal, as atitudes destacadas por eles como favoráveis ao trabalho em grupo correspondem àquelas comumente reportadas na literatura (Silva, 2007): a integração e cooperação entre os componentes; a participação ativa destes; o interesse em atingir um objetivo comum; o fato de uns ensinarem aos outros; e a forma de organização dos grupos.

Entre as atitudes mencionadas pelos alunos que poderiam ser aperfeiçoadas, destacam-se a inibição de alguns membros do grupo durante as discussões, conversas não relacionadas à atividade e dificuldades com relação à execução de alguns experimentos. Tais obstáculos, no entanto, são comuns em ambientes de ensino e em quaisquer tipos de abordagens. Acreditamos que o fato de esses obstáculos terem sido apontados pelos próprios alunos confere legitimidade à estratégia, pois, a partir da reflexão com os colegas sobre o trabalho no grupo, os alunos puderam avaliar a sua atuação e buscar formas de minimizar os problemas.

Considerações finais

A prática de estratégias baseadas em cooperação em aulas de química

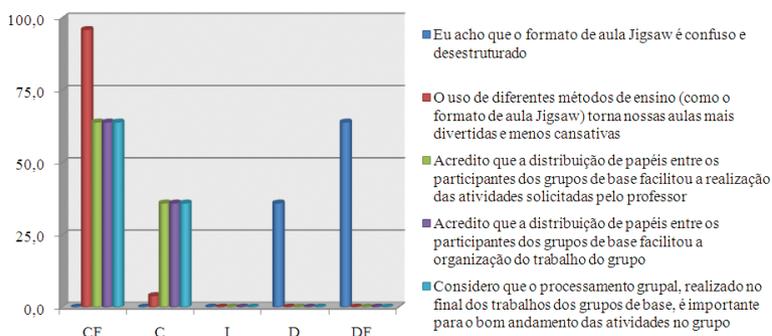


Figura 5: Índice de respostas em escala *Likert* de cinco pontos para as afirmativas 7, 10, 11, 12 e 14 do questionário de avaliação da estratégia pelos alunos.

não é comum. No contexto deste trabalho, a aplicação do método *Jigsaw* teve boa receptividade entre os estudantes, que apresentaram uma atitude mais ativa e responsável em relação ao seu aprendizado. De fato, durante a aplicação da estratégia, verificamos um grande interesse da maior parte da turma em participar das atividades em grupo, assim como foram desempenhados a contento os papéis a eles atribuídos.

A avaliação da estratégia pelos alunos consolida tais observações, uma vez que grande parte deles considera que ela contribuiu para melhor compreensão sobre os conceitos tratados na aula e também para o desenvolvimento de habilidades desejáveis à sua formação. Ademais, todos eles mostraram interesse em participar de atividades semelhantes novamente.

Contudo, a aplicação do método *Jigsaw* em disciplina de química deve ser vista com cautela, uma vez que, devido à natureza do conteúdo a ser tratado, nem sempre é possível adequá-lo a esse método. No entanto, há uma variedade de métodos cooperativos. Caberá ao professor optar pelo que melhor se ajusta aos seus objetivos. Outro aspecto a ser considerado é o tempo demandado para a realização da atividade. Dessa forma, o professor precisa estar ciente da exigência de tempo mínimo razoável para que a

estratégia seja posta em prática de maneira satisfatória.

Enfatizamos também que não é nossa intenção apresentar conclusões definitivas sobre a estratégia, tampouco sobre a aprendizagem cooperativa, uma vez que relatamos uma experiência pontual com o uso de um dos vários métodos baseados nesse tipo de aprendizagem. Nosso principal propósito foi mostrar uma das formas possíveis de trabalhar com a aprendizagem cooperativa e os resultados satisfatórios advindos dessa experiência.

Assim, acreditamos que essa estratégia pode ser vantajosa, na medida em que estimula atitudes de alunos e professores para a promoção do aprendizado de química. Vale ressaltar que a estratégia aqui descrita foi também aplicada no formato de uma oficina com alunos de Licenciatura em Química (em 2008), do Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo (CEFET-SP, Unidade Serfãozinho), assim como com alunos de Licenciatura em Ciências Exatas, Habilitação em Química (em 2009), da Universidade de São Paulo.

Notas

1. Disponível em <http://www.enem.inep.gov.br/Enem2009_matriz.pdf>. Acesso em ago. 2009.

2. Os experimentos foram adaptados das seguintes referências: CDCC/USP. Centro de Divulgação Científica

e Cultural da Universidade de São Paulo. *Experimentoteca*. Disponível em <<http://www.cdcc.usp.br/exper/medio/quimica/5cinequimg.pdf>>. Acesso em ago. 2009. SALVIANO, A.B. *Velocidade de reação: uma abordagem investigativa*. 2007. 51 f. Monografia (Especialização). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. VICENZI, R. *Apostila de conservação de alimentos*. Disponível em <<http://www.sinpro-rs.org.br/paginasPessoais/layout2/down.asp?id=394>>. Acesso em ago. 2009.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Centro Educacional Poetisa Cecília Meireles, Pitangueiras, São Paulo, e aos alunos da turma do 2º ano A do ensino médio do ano de 2009.

Elton Fabrino Fatoreli (elton.fabrino@terra.com.br), licenciado em Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), é mestrando em Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química da UFSCar. **Luciana Nobre de Abreu Ferreira** (luciana.naf@hotmail.com), licenciada em Química pela Universidade Federal do Ceará (UFC), mestre em Ciências pela Universidade de São Paulo (USP), é doutoranda em Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química da UFSCar. **Jerino Queiroz Ferreira** (jerinoqf@hotmail.com), licenciado em Química pela UFC, mestre em Ciências pela USP, é doutorando em Química pelo Instituto de Química de São Carlos, USP (IQSC-USP). **Salete Linhares Queiroz** (salete@iqsc.usp.br), química Industrial pela UFC, mestre em Química pela UFSCar, doutora em Química pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), é docente do IQSC-USP.

Referências

ARONSON, E.; BLANEY, N.; STEPHINS, C.; SIKES, J e SNAPP, M. *The jigsaw classroom*. Beverly Hills: Sage, 1978.

BARBOSA, R.M.N. e JÓFILI, Z.M.S. Aprendizagem cooperativa e ensino de química: parceria que dá certo. *Ciência e Educação*, v. 10, n. 1, p. 55-61, 2004.

COCHITO, M.I.S. *Cooperação e aprendizagem: educação intercultural*. Lisboa: ACIME, 2004. Disponível em: <http://www.acidi.gov.pt/docs/Publicacoes/Entreculturas/Coop_Apredizagem_N3.pdf>. Acesso em ago. 2009.

CORTELLA, M. *A escola e o conhecimento: fundamentos epistemológicos*.

São Paulo: Cortez, 1999.

EILKS, I. Experiences and reflections about teaching atomic structure in a jigsaw classroom in lower secondary school chemical lessons. *Journal of Chemical Education*, v. 82, n. 2, p. 313-319, 2005.

HAGEN, J.P. Cooperative learning in Organic II. Increased retention on a commuter campus. *Journal of Chemical Education*, v. 77, n. 11, p. 1441-1444, 2000.

JOHNSON, D.W. e JOHNSON, R.T. Instructional goal structure: cooperative, competitive or individualistic. *Review of Educational Research*, v. 44, p. 213-240, 1974.

JOHNSON, D.W.; JOHNSON, R.T. e

HOLUBEC, E.J. *Los nuevos círculos del aprendizaje: la cooperación en el aula y la escuela*. Virginia: Aique, 1999.

SILVA, A.J. *Aprendizagem cooperativa no ensino de química: uma proposta de abordagem em sala de aula*. 2007. 264 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

STAHL, R.J. *Cooperative learning in science: a handbook for teachers*. Menlo Park: Addison-Wesley, 1996.

Para saber mais

JIGSAW. *Jigsaw classroom*. Disponível em: <<http://www.jigsaw.org>>.

Abstract: *Teaching chemical kinetics through a cooperative learning technique.* This article describes a didactic strategy based on jigsaw, a cooperative learning technique, which was implemented in a high school classroom. The topic 'Factors that influence the rates of chemical reactions' was studied. At the end of the process, students answered a questionnaire for the analysis of acceptance regarding the activity. The results indicate that the cooperative learning create conditions for a better teaching of chemistry contents, contributing to the formation of a conscious citizenship. Besides, it stimulates cooperative attitudes at school and in the social environment.

Keywords: cooperative learning, chemistry teaching, *Jigsaw*.