

ANÁLISE DA ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE O AQUECIMENTO GLOBAL

ANALYSIS OF THE ELABORATION AND APPLICATION OF A TEACHING-LEARNING SEQUENCE ON THE GLOBAL HEATING

Charleide Xisto Vilela¹
Marilia Gabriela de Menezes Guedes²
Edenia Maria Ribeiro do Amaral³
Rejane Martins Novais Barbosa⁴

¹Professora das Escolas Estaduais Compositor Antônio Maria e Sigismundo Gonçalves, charleidexv@yahoo.com.br

²Professora das Escolas Municipais Inês Soares de Lima e Vânia Laranjeira mgabym@bol.com.br.

³Professora da UFRPE – DQ e Mestrado em Ensino de Ciências, edsamaral@uol.com.br

⁴Professora da UFRPE – Mestrado em Ensino de Ciências, rnmbarbosa@uol.com.br

Resumo

Este trabalho procurou analisar uma sequência didática que discute um dos maiores problemas ambientais - o aquecimento global e foi desenvolvido com alunos do ensino médio de uma escola pública. Esta foi construída articulando as dimensões epistêmica e pedagógica. Na dimensão epistêmica buscou-se a aproximação do conhecimento científico com o mundo real a partir de uma situação-problema e na pedagógica, as atividades realizadas enfatizaram as interações sociais utilizando um método cooperativo. A análise da sequência apresentou como aspectos positivos a motivação e interesse dos alunos; um debate mais significativo na aula; a organização dos alunos em grupos estabelecendo uma dinâmica de aprendizagem que transcende os limites do conteúdo estudado. E como aspectos negativos algumas dificuldades inerentes à aprendizagem dos conceitos, a não familiaridade de alunos com um processo mais participativo, promovendo pouco envolvimento de alguns deles e dificuldades da professora no uso do método cooperativo.

Palavras-chave: sequência didática, situação-problema, método cooperativo, ensino de química.

Abstract

This work tried to analyze a teaching-learning sequence that discusses one of the largest environmental problems - the global heating and was developed with students of a public high school. This was created articulating the epistemic and pedagogical dimensions. In the epistemic dimension, it was tried to approach the scientific knowledge with the real world starting from a problem-situation, and in the pedagogical one, the activities emphasized the social interactions using a cooperative method. The analysis of the sequence showed as positive aspects the motivation and the students' interest; a more significant debate in class; the students' organization in groups establishing a learning dynamics that transcends the limits of the studied content. The negative aspects were some difficulties inherent to the learning of the concepts, lack of students' familiarity with a more participative process, promoting little involvement of some of them, and the teacher's difficulties to use the cooperative method.

Keywords: teaching-learning sequence, problem-situation, cooperative method, chemistry teaching

INTRODUÇÃO

Em várias pesquisas, verifica-se que as estratégias didáticas mais tradicionais utilizadas no ensino de química na maioria das escolas têm gerado nos alunos dificuldades em entender os fenômenos tratados na química e/ou mesmo ausência de motivação para conhecê-los. Eles não compreendem as inter-relações entre química e sociedade e não entendem a sua importância, potencialidades e limitações, o que contribui para a ampliação da exclusão social devido à ausência desse conhecimento científico e o distanciamento do ensino de química visando uma educação para a cidadania. Para que a química contribua para o bem coletivo, faz-se necessária uma reorientação da ação educativa, buscando-se práticas pedagógicas que possibilitem a convivência e as relações sociais, permitindo aos educandos compartilharem experiências e dialogarem para a construção coletiva do conhecimento científico, como também o debate sobre os dilemas éticos e políticos, os quais devem existir devido ao avanço da ciência e de seu impacto na vida humana e na sobrevivência do planeta. Desde a década de 80, a pesquisa em Educação Química que tem como objetivo central a melhoria do ensino de química, vem se fortalecendo no Brasil. Vários pesquisadores e educadores vêm buscando identificar as variáveis que têm afetado o ensino de química, propondo e avaliando modelos para o aperfeiçoamento do processo de ensino-aprendizagem em sala de aula (SCHNETZLER e ARAGÃO, 1995).

Com o objetivo de construir novos caminhos para o ensino, este trabalho apresenta a análise de uma seqüência didática elaborada a partir de discussão entre pesquisadoras, professoras, alunos de pós-graduação e graduação, envolvidos com o ensino de química. O nosso objetivo está em consonância com aquele proposto em um projeto de pesquisa¹ que reúne este grupo de discussão com a finalidade de propor, elaborar e analisar seqüências didáticas para aplicação em salas de aula de química, a partir de fundamentos teóricos encontrados no contexto da pesquisa em ensino de ciências. Assim, neste trabalho os aspectos mais amplos que envolveram a elaboração e implementação de uma seqüência didática que aborda um dos maiores problemas ambientais da atualidade - o aquecimento global - são discutidos. A seqüência didática foi construída a partir da perspectiva de resolução de situação-problema e foi aplicada em uma turma do ensino médio de uma escola pública.

Discussão teórica

Méheut (2005) considera que a proposição e aplicação de seqüências de ensino-aprendizagem (SEA – originalmente *teaching-learning sequences* - TLS) surgiram como uma tentativa de dar respostas às pesquisas sobre concepções informais dos alunos nos anos 70 e 80. Desde então outras questões emergem na busca de estruturas gerais que possam ser usadas por pesquisadores para desenvolver tais seqüências e para analisar os seus resultados. Segundo a autora, algumas abordagens podem ser adotadas no planejamento de SEA e para caracterizá-las define quatro componentes básicos a serem considerados – professor, alunos, mundo real e conhecimento científico, ressaltando que duas dimensões podem ser consideradas quando uma SEA é proposta: a dimensão epistêmica e a dimensão pedagógica. Na primeira dimensão podem ser considerados os processos de elaboração, métodos e validação do conhecimento científico que podem significá-lo com relação ao mundo real. Na segunda dimensão, são pensados aspectos relativos ao papel do professor e do aluno, e as interações professor-aluno e aluno-aluno. Após tecer algumas críticas a propostas didáticas que privilegiam uma dimensão em detrimento da outra, Méheut (2005) apresenta o que chamou de abordagem “construtivista integrada”, para exemplificar um tipo de seqüência no qual são consideradas conjuntamente as dimensões epistêmica e pedagógica, colocando ênfase em aspectos tais como: o conteúdo a ser ensinado e sua gênese histórica, as características cognitivas dos alunos, a dimensão didática relativa à instituição de ensino, motivação para a aprendizagem e significância do conhecimento a ser ensinado. Essa abordagem toma por base linhas de pesquisa como a “Engenharia Didática”

¹ Elaboração, implementação e análise de seqüências didáticas para o ensino de química em escolas do ensino médio. Órgão Financiador: CNPq

(ARTIGUE, 1988, apud MÉHEUT, 2005) e “Educational Reconstruction” (KATTMANN et al, 1995, apud MÉHEUT, 2005).

Para Méheut (2005) a validação de uma SEA pode ser feita a partir de dois diferentes pontos de vista: externo ou comparativo e interno. A validação externa ou comparativa é feita de uma forma geral pela utilização de pré-testes e pós-testes que objetivam avaliar os efeitos de uma SEA com relação ao ensino tradicional. Uma segunda forma de validação seria a interna. Nesse caso, a idéia é analisar os resultados a partir dos objetivos propostos e isso pode ser feito de diversas formas, dentre elas: observar “trajetórias de aprendizagem” (*learning pathways*) ao longo das situações propostas e também comparar as trajetórias de aprendizagem observadas com aquelas esperadas. Segundo a autora, experiências com SEA têm apresentado vários tipos de resultados: alguns contribuem para a caracterização, apreciação, avaliação e eficácia pedagógica global das seqüências propostas e outras subsidiam informações sobre trajetórias cognitivas dos alunos. Essas informações podem ser úteis para por à prova as hipóteses feitas quando a SEA foi elaborada e contribuir para o aperfeiçoamento das mesmas.

Leach *et al* (2005) consideram que propostas de seqüências curtas de ensino de ciências surgem como uma tentativa de aproximar o contexto da pesquisa da prática em sala de aula. Os autores desenvolveram um trabalho que teve como objetivo avaliar as possibilidades de se obter bons resultados sobre a aprendizagem dos alunos na aplicação de seqüências de ensino que incorporam resultados de pesquisa. Para isso, um grupo de professores e pesquisadores trabalharam juntos na elaboração de seqüências de ensino (fase de desenvolvimento), que foram implementadas nas salas de aula de professores participantes e não participantes do grupo (fase de transferência). Para a avaliação da seqüência foi considerada a extensão na qual os alunos conseguem construir uma compreensão mais rica de conteúdos conceituais trabalhados, quando comparados com outros alunos que foram submetidos a abordagens tradicionais de ensino. Leach *at al.* (2005) encontraram evidências de que as seqüências propostas resultaram em um desempenho significativamente melhor dos alunos com relação a outros submetidos a abordagens usuais de ensino. Esse fato foi independente de o professor ter ou não participado da equipe idealizadora das seqüências. No entanto, os autores ressaltam que não acreditam na possibilidade de se guiar ações dos professores em sala de aula por meio de roteiros. Muitas das ações dos professores vêm das suas próprias habilidades com o conteúdo e com os alunos e, dessa forma, tentativas de sugerir abordagens não familiares sem uma discussão prévia pode resultar em que as habilidades de ensino dos professores não sejam envolvidas. Para os autores, as seqüências podem ser consideradas como mapas de planejamento que indicam pontos críticos aos professores deixando-os livres para fazer escolhas e criar a sua própria forma de ensinar.

Considerando as duas perspectivas apresentadas acima, neste trabalho buscamos na elaboração de uma seqüência didática associar diferentes aspectos de cada uma das dimensões propostas por Méheut (2005), de forma que possamos caracterizar uma abordagem de ensino baseada no uso de resolução de problemas e propor novas estratégias para a dinâmica da sala de aula. Nesse sentido, acreditamos também estar aproximando aspectos da pesquisa à prática da sala de aula (Leach et al., 2005). Na dimensão epistêmica, a aproximação do conhecimento científico com o mundo real foi feita a partir de uma situação-problema a ser solucionada como objeto de estudo na sala de aula. Na dimensão pedagógica, foram sugeridas atividades que enfatizam interações aluno-aluno, pelo uso de um método cooperativo. Pretendemos apresentar uma análise da seqüência proposta a partir de critérios de validação externa, conforme será detalhada posteriormente.

Dimensão epistêmica da seqüência: o uso de uma situação-problema

A seqüência didática proposta para o ensino de química utilizou a situação-problema como instrumento didático partindo das idéias de Meirieu (1998). O autor define situação-problema como uma situação didática na qual se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode

realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa. Essa aprendizagem, que constitui o verdadeiro objetivo da situação-problema, ocorre quando o sujeito vence obstáculos na realização da tarefa (p. 192). Uma outra definição é dada por Macedo (2002, apud SANTOS, 2005) que considera uma situação-problema como fragmentos de situações reais relacionadas com o nosso trabalho, nossa interação com as pessoas, nossa realização de tarefas, nosso enfrentamento de conflitos. Tais situações referem-se, pois, a recortes de algo sempre aberto, dinâmico, e, como tal, repetem aquilo que é universal no problemático e fantástico que é a vida, entendida como exercício das funções que a conservam no contexto de suas transformações (p. 115). Como pode ser observado, os dois autores definem situações-problema sob óticas diferentes. Enquanto Macedo enfatiza o caráter contextualizador intrínseco às situações-problema, Meirieu volta-se para o trabalho didático que a situação-problema representa e que é, segundo os dois autores, gerador de aprendizagem. Contudo, as idéias dos autores convergem para pontos comuns: (1) as situações-problema devem representar recortes da vida real; (2) devem conter um obstáculo para a sua realização, que ao ser transposto ajudará a construir uma aprendizagem efetiva e (3) devem representar um problema que propicie a mobilização de recursos, tomadas de decisões e escolhas (SANTOS, 2005).

Neste trabalho a situação-problema foi considerada como um instrumento para a aproximação do conhecimento científico/escolar do mundo real, ou seja, da realidade dos alunos, a partir do tema aquecimento global amplamente divulgado pela mídia, sendo feita uma discussão limitada de conceitos químicos e de outras áreas. Sendo assim, a idéia central foi aprofundar, na sala de aula, o discurso divulgado pelos meios de comunicação a partir da vinculação do fenômeno a alguns conceitos científicos que podem levar a uma melhor compreensão da sua ocorrência, e colocando para os alunos algumas questões desafiadoras que possam impulsioná-los à pesquisa e ao debate, promovendo assim a aprendizagem.

Dimensão pedagógica: o uso de método cooperativo

A dimensão pedagógica da seqüência proposta considerou as novas perspectivas apresentadas para o ensino das ciências que apontam quase que de forma consensual para a importância de que sejam estabelecidas interações sociais em sala de aula. O estabelecimento de estratégias que promovam de forma sistematizada interações em sala de aula pode resultar em aprendizagens outras que não sejam unicamente relacionadas à compreensão dos conceitos científicos, por exemplo, à participação em discussões outras no contexto extra-escolar.

No sentido de promover de forma sistematizada as interações em sala de aula podemos utilizar os métodos cooperativos. Uma variedade desses métodos tem sido proposta por muitos pesquisadores (ARONSON et al, 1978; SLAVIN, 1987; JOHNSON e JOHNSON, 1994): Jigsaw I, Jigsaw II; TGT (Team-Games-Tournament), STAD (Student Teams-Achievement Divisions); GT (group-Investigation), dentre outros. Para Cohen (1994), a essência desses métodos envolve o trabalho de alunos, em pequenos grupos, para que todos tenham oportunidade de participar da tarefa coletiva designada.

Neste trabalho foi utilizado o método cooperativo de Jigsaw I proposto por Aronson et al (1978). Neste método, o material a ser ensinado é dividido em pequenas partes. Inicialmente, os alunos são divididos em grupos (origem) e cada membro do grupo é designado a estudar apenas uma parte do conteúdo. Após a divisão do assunto, cada aluno deixará o seu grupo de origem e formará um subgrupo com outros colegas que ficaram responsáveis por estudar assuntos semelhantes. Nos subgrupos, os alunos estudam e discutem seus materiais e depois cada aluno retorna ao seu grupo de origem e ensina sua parte para os outros membros. Assim, no final, espera-se que todos entrem em contato com o conteúdo completo e seja promovida aprendizagem. Escolheu-se utilizar método cooperativo frente às inúmeras contribuições tais como: benefício cognitivo, atitudes de cooperação e ajuda mútua, clima descontraído e agradável em sala de aula, preparo para uma vida integradora na diversidade, além de otimizar a

participação de todos, pois é dada a oportunidade aos alunos que tradicionalmente não se expressam na sala de aula de colocar suas idéias (BONALS, 2003). Pretende-se dessa forma que a aprendizagem seja construída pela elaboração e re-elaboração nas discussões e consensos alcançados nos grupos. Isso pode ocorrer devido à pluralidade de idéias advindas dos alunos, o que contribui para a elaboração de respostas mais aprimoradas.

METODOLOGIA

Esta pesquisa privilegia uma abordagem de natureza qualitativa, que segundo Richardson *et al* (1999, p. 80), permite descrever a complexidade de determinado problema, compreender e classificar processos dinâmicos vividos por grupos sociais. A nossa abordagem qualitativa envolveu uma análise descritiva que teve como objetivo principal apresentar características do processo de elaboração e aplicação de uma seqüência didática (GIL, 2007). Além disso, fizemos uso de aspectos de uma abordagem de natureza etnográfica, que visa a descoberta de novos conceitos, novas relações, novas formas de entendimento da realidade (ANDRÉ, 2005), que neste estudo foi empregada para a análise de fatores que favoreceram ou dificultaram o processo analisado.

A abordagem etnográfica utilizada foi feita a partir de aspectos da etnografia interacional. Essa perspectiva interpretativa dos processos coletivos de aprendizagem procura compreender como a vida na sala de aula é construída discursivamente pelos participantes, por meio de suas interações verbais e não verbais e como, nesse processo, são construídas as oportunidades de aprendizagem para os diferentes alunos (CASTANHEIRA, 2004). A etnografia interacional propõe estratégias de organização de dados em níveis múltiplos, a partir da elaboração de mapas que representem diferentes aproximações à dinâmica do contexto observado. Na sala de aula podem ser identificados contextos relacionados à proposição de atividades, ao estabelecimento de regras, às ações e aos comportamentos dos sujeitos envolvidos nas interações. Na aplicação da seqüência didática, participaram da pesquisa 31 alunos, faixa etária 16 – 18 anos, de uma turma da 1ª série do ensino médio do turno da tarde de uma escola da Rede Pública Estadual de Pernambuco. Vale ressaltar que nessa escola atua uma professora participante do grupo de pesquisa e que a turma foi escolhida em função dos conteúdos químicos que foram contemplados na temática - aquecimento global. De uma forma geral, a metodologia constou basicamente de duas etapas: elaboração da seqüência didática e aplicação da seqüência em sala de aula.

A elaboração da seqüência didática: para a elaboração da seqüência didática foram feitas, inicialmente, reuniões semanais com o grupo de pesquisa, com o objetivo de estudar e discutir textos que fundamentassem teoricamente o trabalho. Os textos discutidos tratavam de temas relativos à: utilização de seqüências didáticas na pesquisa em educação em ciências; resolução de problemas e métodos cooperativos de aprendizagem. Após discussão dos textos, partiu-se para a construção da seqüência didática. A seqüência didática foi elaborada por duas professoras do grupo de pesquisa, tomando por base a dimensão epistêmica (abordagem por resolução de situação-problema) e pedagógica (uso de um método cooperativo). Em linhas gerais, a estratégia utilizada teve como ponto de partida a escolha de um problema ambiental relevante e significativo para a apresentação de conceitos científicos e tecnologias associadas. Na dimensão pedagógica para a seqüência foi planejada a aplicação do método cooperativo de Jigsaw I, descrito anteriormente.

A aplicação da seqüência em sala de aula: nesta etapa participaram os professores de ensino médio que fazem parte da equipe técnica deste projeto e que estiveram envolvidos no processo de discussão e elaboração da seqüência didática. As aulas propostas e realizadas foram filmadas para posterior análise. A seqüência didática foi aplicada em sete etapas, cada etapa teve a duração de 1 hora e 40 minutos (aulas geminadas). O espaço utilizado pelos alunos foi o auditório da escola por ser equipado com quadro, retroprojetor, aparelho de televisão e DVD, e

também por ser um espaço amplo, que permitiu a formação de vários grupos e a realização de atividades experimentais. Vale ressaltar, que além dos professores de ensino médio que fazem parte da equipe técnica deste projeto estavam presentes outros componentes da equipe para registrar as observações durante a aplicação da seqüência.

A análise foi estruturada a partir de dois momentos – a elaboração e a aplicação da seqüência didática. Com relação ao processo de elaboração da seqüência foram analisados aspectos relativos à: inclusão das dimensões epistêmica e pedagógica em uma mesma situação de ensino-aprendizagem (MÉHEUT, 2005), planejamento e estruturação das atividades e elaboração de material didático. Na aplicação da seqüência, buscamos analisar aspectos que se mostraram relevantes para o sucesso e/ou insucesso da seqüência proposta, a partir de uma visão mais geral da mesma. Alguns desses aspectos foram referentes a dificuldades/facilidades encontradas pela professora e alunos diante de uma proposta inovadora e vantagens/desvantagens desta proposta com relação aos métodos usuais aplicados no ensino de química.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussão serão apresentados conforme colocado na metodologia no sentido da validação externa da seqüência didática elaborada e aplicada em sala de aula. Primeiramente serão ressaltados aspectos relevantes do processo de elaboração e discussão no grupo e depois aspectos relativos à sua aplicação em sala de aula.

Elaboração e discussão da seqüência didática no grupo

A escolha pelo uso de situações-problemas buscando contemplar a dimensão epistêmica da seqüência a ser proposta foi feita devido ao caráter contextualizador dessa abordagem, na qual a aprendizagem poderia ocorrer pela necessidade dos alunos em apresentar uma resposta a um desafio colocado. Dessa forma, eles deveriam buscar a transposição de possíveis obstáculos, mobilizando recursos, tomando decisões, fazendo escolhas, estruturando informações etc no sentido de elaborar tal(is) resposta(s). Para isso, consideramos que seria de suma importância que o texto da situação-problema fosse claro e objetivo, e as questões nele apresentadas conduzissem os alunos na direção desejada. Com atenção a estes pontos, a elaboração do texto foi feita inicialmente por duas professoras, e depois modificações foram propostas na discussão do grupo. Quando a situação-problema foi colocada, tivemos dificuldades com a finalização do texto, uma vez que o nosso intuito era não somente buscar construir com o aluno uma visão ambiental e social sobre o tema Aquecimento Global, amplamente divulgado na mídia, mas também conceitual, ou seja, levar o aluno a compreender o tema do ponto de vista químico ou físico-químico. Com isso, consideramos estar cumprindo com o objetivo de aproximar mundo real e conhecimento escolar (Mehèut, 2005). Para trabalhar com o texto, tivemos o cuidado com o fato de que, muitas vezes, no processo de contextualização ou na inserção de temas na sala de aula, o trabalho com os conceitos químicos é negligenciado ou mesmo sobreposto, prevalecendo idéias gerais e até mesmo do senso comum na discussão. Nesse sentido, buscamos articular da melhor forma possível, informações gerais e conteúdos escolares. Nesse processo, algumas das principais questões levantadas na elaboração do texto da situação-problema são mostradas a seguir com relação a três principais pontos.

1. O nível de informações contido no texto da situação-problema. Considerando que o texto deve ser propulsor para uma ação de pesquisa por parte dos alunos (Meirieu, 1998), verificamos que informações contidas no mesmo devem estar limitadas à compreensão geral do problema colocado, sendo sugerida uma ação de complementação das mesmas pelos alunos. Tal ação deverá ser suportada pela disponibilização de materiais didáticos ou orientação de busca em fontes confiáveis. Assim, cuidamos para que no texto da situação-problema elaborada não

fossem colocados detalhes que deveriam ser buscados pelos alunos, mas ao mesmo tempo, colocasse de forma clara um problema a ser solucionado.

2. O estabelecimento de um recorte para a pesquisa dos alunos. Um outro ponto a considerar na elaboração da situação-problema se refere ao limite que deve ser estabelecido com relação à profundidade e amplitude da pesquisa a ser realizada pelos alunos. Considerando que o tema abre muitas possibilidades de caminhos para a discussão, é necessário ter o cuidado de que o foco do ensino-aprendizagem não seja perdido. Para orientar a discussão voltada para os objetivos de aprendizagem estabelecidos, buscamos elaborar questões gerais e específicas para a situação colocada.

3. A inserção das questões no texto da situação-problema. Discutimos sobre a melhor forma de apresentação das questões sugeridas para os alunos e que irão conduzir o eixo da pesquisa e da discussão em sala de aula. Inicialmente, incluímos no texto uma questão geral e algumas questões específicas, mas logo percebemos que a explicitação das questões específicas poderia resultar em um roteiro marcado para as atividades desenvolvidas pelos alunos, reduzindo o processo de pesquisa a uma simples resolução de exercício. Além disso, o estabelecimento de questões a priori poderia limitar a participação ativa e criativa do aluno, e o levantamento de outras questões relevantes em seu contexto cotidiano. Decidimos que as questões específicas seriam omitidas do texto a ser disponibilizado, mas orientariam o trabalho dos professores na condução das atividades, definindo um eixo para os trabalhos em sala de aula.

Com isso, foi apresentada para os alunos a seguinte situação-problema:

A receita de um ar limpo é: 78% de nitrogênio, 21% de oxigênio e 1% de outros gases, entre os quais o gás carbônico, com teor aproximado de 0,035%. Acrescenta-se ainda uma porção de água, em quantidade variável conforme a região do planeta e a época. No entanto, os processos tecnológicos, resultado das atividades humanas da civilização moderna, têm gerado grandes quantidades de resíduos gasosos, que acabam lançados, ou escapam, para atmosfera, contribuindo para o aumento das concentrações de alguns gases como, por exemplo, os gases estufas: metano, óxido nitroso, os gases CFC's e, principalmente, o gás carbônico, intensificando o chamado efeito estufa e gerando o aquecimento global. Isto tem despertado a humanidade para discutir problemas como este, visando buscar alternativas na tentativa de solucioná-los.

Neste contexto, como você explicaria o aquecimento global em termos físico-químicos e que ações podem ser feitas na sua região para conciliar desenvolvimento e aquecimento global?

As questões específicas que orientaram o trabalho em sala de aula foram: O que é o efeito estufa e quais os seus impactos? Por que o CO_2 é considerado um gás estufa, mesmo estando em menor quantidade em relação a outros gases da atmosfera? Qual a origem do CO_2 ? Quais os combustíveis que na queima produzem o gás carbônico e como se processa esta reação? Quais as vantagens e desvantagens, do ponto de vista social e ambiental, dos diferentes combustíveis que produzem o gás carbônico? Com o recorte feito para essa problemática, pretendíamos trabalhar os seguintes conteúdos químicos e temas: Transformações Químicas e Físicas; Equação Química; Balanceamento de Equações; Aquecimento Global; Efeito Estufa e Poluição Atmosférica.

Após a elaboração do texto da situação-problema, surgiu uma outra questão relativa ao material didático a ser utilizado em sala de aula. Da forma como foi colocada e no recorte sugerido para a situação-problema, houve uma necessidade de redimensionamento do material didático disponível. Houve dificuldades na elaboração do material didático, quanto à adequação de textos didáticos à situação específica da sala de aula pesquisada, uma vez que eram poucos os textos disponíveis na literatura que abordavam temas sociais associados a uma abordagem conceitual nos moldes pretendidos para o nosso caso específico. Nesse sentido, podemos

considerar que a adequação de textos e materiais didáticos para situações didáticas planejadas para um contexto específico é quase regra quando pretendemos promover inovações no processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, foram adaptados textos de livros didáticos e elaboradas atividades experimentais de acordo com a situação-problema proposta e este material foi disponibilizado para todos os alunos participantes.

Com relação ao planejamento para a aplicação do método cooperativo Jigsaw I, ficou estabelecido que seriam formados grupos heterogêneos de alunos, de acordo com o critério de desempenho nas discussões em sala de aula. A idéia de grupos heterogêneos é apontada na literatura como uma opção que promove uma melhor troca entre membros do grupo. Para isso deveria ser traçado um perfil dos alunos a partir das suas idéias iniciais e participação nas aulas. Na aplicação da seqüência, uma primeira dificuldade para a formação dos grupos foi relativa ao fato de alguns alunos resistirem à participação em determinados grupos, por questões de maior afinidade com outros colegas. Assim, foi considerado o aspecto da afinidade entre membros do grupo, tentando conferir ao máximo um perfil heterogêneo ao mesmo. Os subgrupos de trabalhos foram formados por sorteio.

Aplicação da seqüência didática em sala de aula

Na elaboração da seqüência didática, foi feito um planejamento de atividades para serem executadas em 7 etapas, cada uma delas correspondendo a duas aulas geminadas. Considerando a flexibilidade atribuída ao planejamento ao longo da aplicação da seqüência, algumas das atividades planejadas não foram executadas e outras foram realizadas conforme surgia uma necessidade de ajuste e/ou complementação nas discussões em sala de aula. O quadro 1 ilustra as atividades realizadas em sala de aula, na aplicação da seqüência didática, que foram colocadas considerando as dimensões epistêmica e pedagógica. A partir do quadro 1 pretendemos apresentar um panorama geral da seqüência aplicada em sala de aula.

Para analisar a seqüência do ponto de vista da sua validação, optamos por avaliar algumas das atividades realizadas a partir de aspectos que possam colocar tal atividade em uma posição de vantagem/desvantagem com relação aos procedimentos mais tradicionais de ensino-aprendizagem, buscando identificar as dificuldades e/ou facilidades no desenvolvimento das atividades e apontar os fatores de sucesso/insucesso na realização da mesma. Nesse sentido, estamos conscientes de que a atividade se constituiu como uma unidade de análise para a dimensão macro da seqüência e posteriormente deverão ser (re)pensadas outras categorias de análise.

QUADRO 1: Atividades desenvolvidas seqüência didática

ETAPAS	DIMENSÃO EPISTÊMICA		DIMENSÃO PEDAGÓGICA	
	ATIVIDADES	OBJETIVOS	RECURSOS DIDÁTICOS	TRABALHO DOS ALUNOS
1	Apresentação da problemática com reprodução de vídeos e discussão de idéias gerais.	Contextualizar o assunto, e levantar as concepções prévias dos alunos.	Vídeo e quadro.	No grande grupo.
	Apresentação da situação-problema.	Colocar a situação-problema para os alunos.	Retroprojektor	No grande grupo.
	Formação de grupos de trabalho – grupos de origem. Discussão e sistematização das idéias em mapas conceituais.	Levantar e registrar as primeiras idéias e propostas dos alunos para solucionar a situação-problema.	Papel 40 Kg, pincel atômico e papel ofício. Texto da situação-problema (SP)	Em pequenos grupos com quatro alunos para construção de mapas para a solução da SP.
2	Exposição das respostas dos grupos pelos alunos.	Levantar e discutir as primeiras idéias dos alunos.	Papel 40 Kg, pincel e papel ofício.	Pequenos grupos e grande grupo.

2 e 3	Aplicação do método cooperativo de Jigsaw I - Formação de subgrupos para leitura de textos e resolução de questões.	Mobilizar os alunos para a leitura e discussão dos conceitos que envolvem a situação-problema.	Textos	Pequenos grupos – subgrupos.
4	Aplicação do método cooperativo de Jigsaw I – realização de atividades experimentais nos subgrupos e pesquisa na internet.	Mobilizar os alunos para a discussão dos conceitos que envolvem a situação-problema a partir de experimentos e pesquisa.	Material e roteiro para experimentos e endereços eletrônicos.	Pequenos grupos – subgrupos.
5	Aplicação do método cooperativo de Jigsaw I – retorno aos grupos de origem.	Promover a discussão nos grupos de origem dos textos e experimentos trabalhados nos subgrupos.	Textos, resultados de experimentos e ficha de exercício.	Pequenos grupos – grupos de origem.
	Aula expositiva – balanceamento de equação.	Levar os alunos a compreenderem o balanceamento de equações.	Quadro e giz	No grande grupo.
6	Resolução de exercícios - questões do ENEM e de vestibulares.	Aplicação dos conceitos que envolvem a situação-problema.	Ficha de exercício.	Trabalho individual.
	Re-elaboração dos mapas conceituais para a situação-problema pelos grupos.	Fazer uma re-leitura dos mapas conceituais iniciais.	Mapas conceituais iniciais.	Pequenos grupos – gr. de origem
7	Resolução da situação-problema e elaboração de texto.	Responder a situação-problema.	Papel ofício.	Pequenos grupos – gr. de origem.

ETAPA 1

ATIVIDADE: Apresentação da problemática com reprodução de vídeos e discussão de idéias gerais.

VANTAGENS / DESVANTAGENS: O vídeo foi vantajoso, pois instigou os alunos a se posicionarem sobre o tema Aquecimento Global, de uma forma interativa e motivadora, o que possibilitou uma dinâmica diferente do ensino tradicional. Na discussão sobre os vídeos, foi atingido também o objetivo de introduzir e levantar as concepções prévias dos alunos a cerca do tema em questão.

DIFICULDADES / FACILIDADES: Não houve dificuldades com relação à realização desta atividades, uma vez que os alunos já tinham tido contato com o tema através de outros veículos de comunicação (impresso e televisivo).

FATORES DE SUCESSO / FATORES DE INSUCESSO: É importante colocar que o sucesso da atividade pode ser atribuído ao fato de o tema ser atual e fazer parte do cotidiano do aluno.

ATIVIDADE: Apresentação da situação-problema

VANTAGENS / DESVANTAGENS: Percebemos na atividade a vantagem de possibilitar ao professor perceber de forma mais detalhada as idéias prévias dos alunos na discussão sobre o problema a ser estudado, e a partir destes construir os conhecimentos planejados.

DIFICULDADES / FACILIDADES: Apesar dos cuidados na elaboração, verificamos uma dificuldade dos alunos na interpretação do texto do problema apresentado. No entanto, a forma como o texto foi discutido no grande grupo possibilitou aos alunos uma oportunidade de se expressarem sobre o tema, sem a exigência de que os mesmos apresentassem algum conhecimento científico prévio.

FATORES DE SUCESSO / FATORES DE INSUCESSO: Fator de sucesso: permitir que os alunos se expressem de forma ampla e aberta. Fator de insucesso: a dificuldade que os alunos, em geral, apresentam na interpretação de textos.

ATIVIDADE: Formação de grupos de trabalho – grupos de origem. Discussão e sistematização das idéias em mapas conceituais.

VANTAGENS / DESVANTAGENS: A formação dos grupos com atribuição de tarefa mobilizou os alunos ao trabalho em torno de um mesmo objetivo, tornando-os participativos e interessados.

DIFICULDADES / FACILIDADES: Na sistematização das idéias, verificamos dificuldades de alguns grupos em articular as suas idéias e sistematizá-las na forma de um mapa conceitual.

FATORES DE SUCESSO / FATORES DE INSUCESSO: A explicação dada pela professora acerca da construção de um mapa conceitual foi significativo na organização e expressão das idéias de alguns grupos, apesar de outros alunos persistirem com as dificuldades. Houve motivação dos alunos para o desenvolvimento da atividade.

ETAPA 2

ATIVIDADE: Apresentação das respostas dos grupos pelos alunos.

VANTAGENS / DESVANTAGENS: Na apresentação dos trabalhos, outras concepções dos alunos sobre o tema foram percebidas de forma mais significativa (vantagem). O fato de expor as suas idéias para os colegas possibilitou aos alunos a percepção de seu próprio discurso e a importância do outro como parte do seu processo de aprendizagem.

DIFICULDADES / FACILIDADES: Houve resistência de alguns alunos em exporem suas idéias para o grande grupo.

FATORES DE SUCESSO / FATORES DE INSUCESSO: Fator de sucesso: o envolvimento dos grupos na elaboração e construção dos mapas conceituais, o que facilitou a sistematização das idéias.

ETAPAS 2, 3, 4 e 5

(essas etapas foram analisadas em conjunto por serem relativas à aplicação do método cooperativo)

ATIVIDADE: Aplicação do método cooperativo de Jigsaw I – leitura de textos, resolução de questões, realização de atividades experimentais, acesso a internet e discussão nos grupos.

VANTAGENS / DESVANTAGENS: Na aplicação do método cooperativo, verificamos que foi propiciada maior autonomia aos alunos e estabelecida uma interação mais significativa entre eles, na medida em que foi atribuída uma tarefa para cada um no processo de aprendizagem - a responsabilidade de aprender e levar aos colegas parte do conteúdo a ser estudado em sala de aula. Uma outra vantagem foi a de mobilizar um grande número de alunos na discussão em sala de aula a partir do trabalho em pequenos grupos, possibilitando que mais de um conceito fosse simultaneamente trabalhado a partir de um melhor gerenciamento do tempo. No entanto, algumas desvantagens foram verificadas, tais como: o método propõe uma atividade que requer participação, compromisso e interesse de todos os alunos envolvidos, e quando isso não acontece, o trabalho fica prejudicado quanto aos seus objetivos. Um outro ponto de fragilidade foi a percepção de que o desenvolvimento das atividades requer alguma independência dos alunos e domínio de conteúdos básicos. Nesse sentido, os alunos apresentaram mais dificuldades quando o assunto era complexo, ou de natureza abstrata ou ainda quando envolvia cálculos matemáticos.

DIFICULDADES / FACILIDADES: Alguns alunos não cumpriram as tarefas pelas quais ficaram responsáveis com as suas atribuições, deixando de ler os textos, resolver os exercícios, comparecer às aulas, comprometendo assim as discussões e as atividades nos seus grupos. Consequentemente, alguns alunos discutiram os assuntos estudados de forma resumida e, muitas vezes, incluindo equívocos conceituais. Outra dificuldade foi sentida pela professora, com relação ao acompanhamento das atividades, pelo fato de não ter familiaridade com a aplicação

do método, o que a levou a não participar de forma mais efetiva nas discussões em todos os grupos. O método pareceu funcionar com muita facilidade quando foram desenvolvidas atividades experimentais, o que despertou o interesse dos alunos, e pelo uso de materiais impressos elaborados de forma atrativa.

FATORES DE SUCESSO / FATORES DE INSUCESSO: Alguns fatores de sucesso na aplicação do método podem ser colocados, tais como: as atividades diferentes daquelas tradicionalmente realizadas em sala de aula despertou o interesse e a curiosidade dos alunos e a promoção de uma maior interação aluno-aluno. Os fatores de insucesso foram: a dispersão causada pela falta de interesse e engajamento de alguns alunos; a não apropriação efetiva do método cooperativo de Jigsaw I pela professora; a necessidade de uma sistematização dos assuntos abordados no grupo pela professora.

ETAPAS 6 e 7

(essas etapas foram prejudicadas pela movimentação que antecedeu uma greve dos professores)

ATIVIDADE: Re-elaboração dos mapas conceituais para a situação-problema e elaboração de um texto para responder a situação-problema. pelos grupos

VANTAGENS / DESVANTAGENS: O texto possibilitou saber que conceitos foram evidenciados pelos grupos e como foram inseridos no contexto da situação-problema.

DIFICULDADES / FACILIDADES: Por razões que ainda estão sendo investigadas, poucas modificações foram inseridas nos mapas conceituais feitos inicialmente, dificultando uma análise das possíveis aquisições e/ou reestruturações dos conhecimentos.

FATORES DE SUCESSO / FATORES DE INSUCESSO: Fatores de insucesso: a participação não efetiva (falta às aulas, textos sem ler, questões sem responder) de alguns alunos durante as atividades desenvolvidas, que pode ter desmotivado a re-elaboração do mapa conceitual. No entanto, a discussão sobre as soluções para a situação problema resultou numa interação mais significativa entre professora e alunos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise visando a validação externa da seqüência apresentou aspectos positivos e negativos quanto ao processo de sua implementação em sala de aula. É importante ressaltar que estratégias que emergem da pesquisa podem ter aplicação prática em meio a tensões inerentes ao complexo contexto da escola, a de natureza pública, principalmente. Primeiramente, devemos colocar que a proposta de intervenção didática representou uma nova dinâmica em sala de aula e isso trouxe motivação e interesse aos alunos. A tentativa de articular o ensino de conceitos químicos a uma situação vinculada à realidade dos alunos, apesar de não se constituir em uma tarefa de fácil planejamento e elaboração, resultou em um debate mais significativo em sala de aula. A organização dos alunos em grupos estabeleceu uma dinâmica de aprendizagem que transcende os limites do conteúdo estudado. Assim, podemos dizer que a eficácia global da seqüência aplicada foi satisfatória. No entanto, algumas dificuldades surgiram em sala de aula, relacionadas a fatores tais como: as dificuldades inerentes à aprendizagem dos conceitos, a não familiaridade de alunos com um processo mais participativo, promovendo pouco envolvimento de alguns deles, e dificuldades da professora no trabalho com o método cooperativo. Além disso, a ausência de alguns aspectos de estruturação e organização da escola, essenciais para o processo de ensino-aprendizagem na sala de aula, constituíram-se como fatores limitadores para o desenvolvimento pleno dos trabalhos, por exemplo, o estabelecimento de freqüência sistemática, disciplina e responsabilidade com as atividades escolares. Pareceu-nos que há uma expectativa muito limitada da coordenação pedagógica da escola com relação ao retorno de aprendizagem dos alunos e, dessa forma, eles parecem desobrigados de alguns compromissos escolares. No entanto, é importante marcar que mesmo em um contexto desfavorável, um grupo significativo

de alunos se sobrepôs aos obstáculos e foram participativos em todas as atividades, fazendo valer a esperança de mudar alguns cenários para o ensino de química e da educação brasileira, e de vencer os desafios.

REFERÊNCIAS

- ANDRÉ, M. E. D. A. *Etnografia da prática escolar*. 12ª Ed. São Paulo: Papirus. 2005.
- CASTANHEIRA, L. *Aprendizagem contextualizada: discurso e inclusão na sala de aula*. Belo Horizonte: Autêntica. 2004.
- AROSON, E.; BLANEY, N.; STEPHAN, C.; SIKES, J. e SNAPP, M. *The Jigsaw Classroom*. Ed.1. London: Sage Publications, 1978.
- BONALS, J. *O trabalho em pequenos grupos na sala de aula*. 1ª ed. São Paulo: Artmed, 2003.
- COHEN, E. Restructuring the classroom: conditions for productive small groups. *Review of Educational Research*, v. 64, n. 1, p. 1-35, 1994.
- JOHNSON, D. e JOHNSON, F. *Joining Together*. 5ª. ed. London: Allyn e Bacon, 1994.
- LEACH, J., AMETLLER, J., HIND, A., LEWIS, J. E SCOTT, P. *Designing and evaluating short science teaching sequences: improving student learning*. In Research and Quality of Science Education (Eds. Kerst Boersma, Martin Goedhart, Onno de Jong e Harrie Eijelhof). Holanda: Springer.2005.
- MACEDO, L. Situação-problema: forma e recurso de avaliação, desenvolvimento de competências e aprendizagem escolar. In PERRENOUD, P. et al. *As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação*. Porto Alegre: Editora Artmed, 1998. p. 113 – 135.
- MÉHEUT, M. *Teaching-learning sequences tools for learning and/or research*. In Research and Quality of Science Education (Eds. Kerst Boersma, Martin Goedhart, Onno de Jong e Harrie Eijelhof). Holanda: Springer.2005.
- MEIRIEU, P. *Aprender... sim, mas como?* 7ª ed. Porto Alegre: editora Artmed, 1998.
- RICHARDSON, R. J.; PERES, J. A. S.; WANDERLEY, J. C. V.; CORREIA, L. M.; PERES, M. H. M. *Pesquisa social: Métodos e técnicas*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- SANTOS, D. M. dos. *O desenvolvimento de competências dos(as) professores(as) de química no trabalho com situações-problema*. 2005. 133f. Dissertação de Mestrado em Ensino das Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2005.
- SCHNETZLER, R. P. e ARAGÃO, R. M. Pesquisa para o ensino de química. *Química nova na escola*, n. 1, maio, 1995.
- SLAVIN, R. Development and motivational perspectives on cooperative learning a reconciliation. *Child development*, v. 58, p. 1161 - 1167, 1987.