http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20160023

Análise de Uma Estratégia de Estudo de Caso Vivenciada por Licenciandos de Química

Ana A. M. Sampaio, Douglas L. Bernardo e Edenia M. R. Amaral

Este artigo traz uma investigação de natureza qualitativa que envolve a aplicação de estratégia de ensino com estudo de caso com objetivo de analisar como licenciandos de química mobilizam conceitos científicos e constroem argumentos e posicionamentos diante de um caso real. Em geral, os estudos de caso são utilizados a partir da narrativa de um problema a ser solucionado pelos estudantes com base em conhecimentos científicos. Para este trabalho, estruturamos um caso denominado Termelétrica Suape III, com uma problematização acerca dos impactos ambientais e sociais causados por esse tipo de usina. A pesquisa envolveu licenciandos de uma turma do 4ª período de licenciatura em química da UFRPE na disciplina de Prática Pedagógica para o Ensino de Química I. O estudo de caso favoreceu a pesquisa e possibilitou ao estudante um aprendizado de conteúdos científicos básicos relacionados ao tema e o desenvolvimento da capacidade de argumentação e tomada de decisão.

▶ estudo de caso, temas sociocientíficos, ensino de química ◀

Recebido em 19/06/2014, aceito em 27/11/2014

Pesquisas apontam que as aulas de química ainda são desenvolvidas em muitas escolas por meio de atividades nas quais há predominância de um verbalismo teórico/conceitual desvinculado das vivências dos estudantes. Isso vem contribuindo para a construção e propagação de ideias/conceitos químicos que parecem não expressar as relações existentes entre conhecimento científico, ambiente, ser humano e tecnologia (Silva, 2003). Essa situação ocorre tanto na educação básica quanto no ensino superior.

Nesse contexto, fazem-se necessárias propostas de inovação no ensino de química a partir da utilização de estratégias didáticas que contribuam para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem. Tais estratégias podem incluir o uso de recursos didáticos variados como: atividades experimentais, situações-problema, jogos didáticos, vídeos, teatro e outros. Neste trabalho, foi utilizado um dos métodos propostos na literatura que pode contribuir para desenvolver novas estratégias no processo de ensino e aprendizagem, o estudo de caso. Segundo Sá et al. (2007, p. 11), "trata-se de uma metodologia desenvolvida com o intuito de possibilitar aos alunos o contato com problemas reais".

O nosso objetivo foi analisar como os licenciandos mobilizam conceitos científicos, constroem argumentos e tomam posições quando envolvidos na discussão de um caso real. Acreditamos que o uso dessa estratégia pode estabelecer uma nova dinâmica em sala de aula, estruturando o ensino e facilitando a aprendizagem dos estudantes.

Este artigo traz a análise de uma estratégia de ensino com o uso de estudos de caso, vivenciada em uma turma do curso de licenciatura em química da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). O nosso objetivo foi analisar como os licenciandos mobilizam conceitos científicos, constroem argumentos e tomam posições quando envolvidos na discussão de um caso real. Acreditamos que o uso dessa estratégia pode estabelecer uma nova dinâmica em sala de aula, estruturando o ensino e facilitando a aprendizagem dos estudantes. Sendo vivenciada por futuros professores, poderá contribuir para uma ação docente inovadora destes.

O método do estudo de caso e suas origens

A aprendizagem baseada em problemas (ABP) consiste na aprendizagem de novos conhecimentos por meio da resolução de problemas em que estudantes realizam investigação para resolver problemas. Dessa forma, estes assumem um papel ativo no processo de ensino-aprendizagem enquanto o professor cria contextos problemáticos e os orienta nas atividades propostas, tais como pesquisa, análise e elaboração de informações. Esse tipo de ensino é considerado adequado para o desenvolvimento de competências de natureza diversa, que os estudantes podem utilizar nas suas vidas pessoais e sociais (Leite; Esteves, 2005).

O método de estudo de caso é uma variante do método ABP e, assim como outras variantes, oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem enquanto exploram a ciência envolvida em situações relativamente complexas. Enquanto o objetivo do modelo original do ABP é principalmente a aprendizagem do conteúdo científico, os casos são mais comumente usados para ensinar habilidades para tomada de decisão (Silva; Queiroz, 2010). Sendo assim, o professor é o facilitador que possibilita ao estudante mobilizar o conhecimento para argumentar diante de uma problemática sociocientífica apresentada no caso, buscando imprimir significados aos conhecimentos que foram aplicados no processo de resolução do caso.

O ABP teve origem na Escola de Medicina da Universidade de McMaster (Ontário, Canadá) e logo se difundiu por faculdades de medicina de diversos países como Holanda (Universidade de Newcastle) e Estados Unidos (Escola de Medicina de Harvard). Esse método foi desenvolvido com o intuito de colocar os estudantes em contato com problemas reais com o propósito de estimular o desenvolvimento do pensamento crítico, a habilidade de resolução de problemas e a aprendizagem de conceitos da área em questão. Ele possui a característica de enfatizar o aprendizado autodirigido, centrado no estudante, que passa a ser o principal responsável por seu aprendizado (Sá; Queiroz, 2010).

Segundo Herreid (1994), aparentemente foi o químico James B. Conant, da Universidade de Harvard, o primeiro educador científico a tentar organizar um curso inteiro em torno de estudos de caso. Conant começou a utilizar um novo método em aulas de ciências, que chamou de ensino de estudo de caso, no qual os conteúdos eram apresentados em torno de histórias muito bem elaboradas de casos que ilustravam como as grandes descobertas foram feitas (Herreid, 1998a). As aulas de Conant foram publicadas, mas o uso de casos naquele formato parece não ter tido grande repercussão. Em escolas de negócios e direito, os casos foram usados para conduzir discussões, e houve grande êxito com o método, resultando em uma tradição de estudos de casos reais ou simulados. Como afirmado anteriormente, em Ontário, estudos de casos foram aplicados com base na aprendizagem por resolução de problemas, e casos reais deveriam ser solucionados por pequenos grupos de estudantes. Assim, para Herreid (1998a), estudos de caso foram usados a partir de diferentes abordagens ao ensino.

No Brasil, o método de estudo de casos no ensino de química tem sido discutido em trabalhos desenvolvidos pelo Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do Instituto de Química da Universidade de São Carlos. Esse grupo elabora casos de caráter científico e sociocientífico e os disponibiliza no endereço eletrônico http://www.es.lancs.ac.uk/casestud/. A publicação de trabalhos que utilizam o método do estudo de caso tem contribuído para a divulgação desse método, bem como para discutir a sua eficácia no processo de ensino-aprendizagem.

Estruturação de um caso

Herreid (1998b) sugeriu que os casos poderiam ser explorados no ensino de ciências por meio da utilização de uma tarefa individual, proposta pelo professor. Nessa perspectiva, o caso tem o caráter de um problema que o estudante deve solucionar, implicando na elaboração posterior de uma explicação histórica dos eventos que conduziram à sua resolução. Indo em uma direção semelhante, os casos podem ser explorados por meio do formato utilizado por James Conant nas suas aulas de história da química com o objetivo de apresentar aos estudantes a maneira como o conhecimento científico é construído ao longo do tempo. Nesse sentido, o caso tem a característica de uma história contada pelo professor aos seus estudantes de maneira muito elaborada e com objetivos específicos bem definidos.

[...] o caso tem o caráter de um problema que o estudante deve solucionar, implicando na elaboração posterior de uma explicação histórica dos eventos que conduziram à sua resolução. Indo em uma direção semelhante, os casos podem ser explorados por meio do formato utilizado por James Conant nas suas aulas de história da química com o objetivo de apresentar aos estudantes a maneira como o conhecimento científico é construído ao longo do tempo.

Douglas Allchin (2011, p. 2, tradução nossa) afirma que "as ideias de estudos de caso de James Conant devem ser atualizadas e revisadas para atender às necessidades dos estudantes do século 21 e à sociedade". Para Sá e Queiroz (2010), diversas são as fontes de inspiração que podem ser usadas para a produção dos casos, entre as quais se destacam: artigos de revistas, artigos originais de pesquisas e filmes comerciais.

Herreid (1998b) propôs características de como estruturar um bom caso e estas orientaram a estruturação do caso proposto para aplicação e análise neste trabalho. Citamos aqui de forma resumida algumas características propostas por ele: um bom caso deve ser curto, narra uma história, concentra-se numa questão que possa despertar interesse, deve ser atual,

promove a empatia com os personagens centrais, inclui citações, é relevante para o leitor, deve provocar conflito e deve forçar uma decisão. Além de todos os pontos citados, um bom caso deve ter utilidade pedagógica e o professor deve refletir: Qual será a função do caso? E o que ele faz para o curso e os estudantes?

Compreendemos que tais características nos levam necessariamente à abordagem de temas de relevância social e ambiental e, nesse sentido, consideramos que o método de estudo de caso se insere em uma discussão já bem estabelecida na pesquisa em ensino de ciências, principalmente no que se refere à perspectiva ciência-tecnologia-sociedade (CTS) para o ensino, visto que um dos enfoques da abordagem CTS é a solução de problemas e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social, utilizando o conhecimento científico e o planejamento tecnológico (Santos; Mortimer, 2002).

Tema sociocientífico: a implantação de uma usina termelétrica

No caso proposto para este trabalho, foi feita uma abordagem sobre implantação de uma usina termelétrica. Um caso real sobre o qual havia uma grande discussão em curso nos jornais da cidade do Cabo de Santo Agostinho, região metropolitana do Recife em Pernambuco. A obra seria o maior empreendimento de energia de Pernambuco e, por isso, existia na região a expectativa da geração de vários empregos durante as obras e também depois que a usina entrasse em operação. Em contrapartida, havia protestos contra a sua instalação devido aos impactos ambientais negativos desse tipo de empreendimento, e essas manifestações estavam sendo organizadas por alguns movimentos sociais como, por exemplo, o Movimento Popular do Cabo de Santo Agostinho.

Baseado na situação apresentada no caso, o estudante necessita do conhecimento científico para compreender o funcionamento desse tipo de usina, bem como os seus impactos ambientais, socais e econômicos para dar suporte a suas argumentações, levando-o a decidir de maneira crítica sobre a instalação da usina.

Empreendimentos termelétricos provocam uma série de impactos ambientais. Em geral, a maior parte destes ocorre durante a fase de operação como consequência da emissão de gases provenientes da queima dos combustíveis para a atmosfera, o que pode contribuir para o agravamento de fenômenos já amplamente discutidos pela comunidade científica e divulgados para a sociedade como efeito estufa, aquecimento global e chuva ácida. A emissão de poluentes para a atmosfera é considerada a principal ação impactante de usinas termelétricas (Medeiros, 2006).

Baseado na situação apresentada no caso, o estudante necessita do conhecimento científico para compreender o funcionamento desse tipo de usina, bem como os seus impactos ambientais, sociais e econômicos para dar suporte a suas argumentações, levando-o a decidir de maneira crítica sobre a instalação da usina. Diante disso, julgamos necessário apresentar aqui algumas questões importantes relacionadas ao funcionamento básico de uma usina termelétrica, assim como os conceitos fundamentais da termodinâmica que podem ser discutidos a partir desse tema.

Aspectos conceituais de uma usina termelétrica

A termodinâmica é o estudo das transformações de energia, provenientes de processos químicos e físicos. Dentro da termodinâmica, existem dois conceitos importantes, o trabalho e o calor, que podem ser compreendidos como uma maneira de troca de energia entre sistema e vizinhança, contudo, no caso do calor, a troca de energia ocorre em consequência da diferença de temperatura entre sistema e vizinhança. A direção preferencial do fluxo de calor de uma fonte mais quente para uma fonte mais fria pode ser compreendida a partir da 2ª lei da termodinâmica (Atkins; Paula, 2008).

Podemos ainda destacar outros conceitos importantes a serem discutidos com o tema proposto como, por exemplo, o conceito de reação de combustão, os combustíveis e os materiais orgânicos. É importante ressaltar que toda combustão é um processo exotérmico e a energia liberada pode ser aproveitada em diversos sistemas. As usinas termelétricas são unidades de geração de energia elétrica a partir da energia liberada sob forma de calor, geralmente, por meio da queima de algum tipo de combustível, sendo os mais utilizados carvão mineral, óleo diesel, óleo combustível e o gás natural, que são todos de origem fóssil.

Nas usinas termelétricas, a água é bombeada para uma caldeira, recipiente no qual ela vaporizará. A caldeira fica em contato com a fornalha, que é o local onde ocorre a queima do combustível a partir da qual é liberado calor. O calor aquece a água da caldeira, transformando-a em vapor. O vapor de água realiza trabalho sobre uma turbina, na qual ocorre a conversão de energia térmica em energia cinética. Como a turbina está acoplada a um gerador, quando o vapor de água movimenta a turbina, o gerador é acionado, provocando a conversão de energia cinética em energia elétrica. Depois desse processo, a água deve passar por um condensador para retornar ao estado líquido e ser bombeada novamente para a caldeira. Contudo, é importante ressaltar que mesmo que o processo ocorra em um ciclo fechado, é necessaria a adição regular de água para suprir as perdas ocorridas.

Metodologia

O método de estudo de caso foi utilizado em uma turma do quarto período do curso de licenciatura em química da UFRPE, na disciplina de Prática Pedagógica no Ensino de Química I, que visa promover discussões sobre estratégias didáticas, associadas a conceitos químicos específicos, que possam contribuir para a construção de uma prática

pedagógica inovadora no ensino de química. Na turma, estavam matriculados 17 estudantes que frequentavam regularmente as aulas. O tempo para a aplicação do método foi de quatro encontros, em um total de oito horas-aula, e as atividades realizadas pelos estudantes foram avaliadas para compor uma das notas.

A proposição do método de estudo de caso foi feita como uma possibilidade de inovação da ação docente em sala de aula. Considerando que o caso proposto era real e estava em discussão na mídia naquele momento, foi possível analisar a contribuição desse método para a mobilização de conceitos, o desenvolvimento de argumentação e a tomada de posição pelos licenciandos. Os instrumentos utilizados para a construção dos dados e posterior análise foram os seguintes: gravação das aulas em áudio e análise de relatório elaborado pelos estudantes.

Para propor o caso, levamos em consideração alguns dos critérios de elaboração de um bom caso como descritos por Herreid (1998b) e também utilizados por Sá e Queiroz (2010). O caso elaborado tem como título: Termelétrica Suape III e foi baseado na discussão real da implantação de uma usina termelétrica. Na Figura 1, está descrito o caso proposto, no qual são destacadas algumas das características de um bom caso, apresentando uma temática sociocientífica.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA
DISCIPLINA DE PRÁTICA PEDAGÓGICA NO ENSINO DE QUÍMICA 1

ESTUDO DE CASO: TERMELÉTRICA SUAPE III

A proposta de instalar uma usina termelétrica em Suape III no Cabo de Santo Agostinho tem gerado discussões na cidade, as pessoas não sabem bem como é uma termelétrica, nem como funciona, e se preocupam com os possíveis benefícios ou malefícios que podem ser causados por conta dessa instalação.

Algumas pessoas dizem que a instalação da usina poderá beneficiar um grande número de pessoas, pelo fato de gerar empregos nesta região. Por outro lado, existe a preocupação com os impactos ambientais, pois serão lançadas na atmosfera grandes quantidades de poluentes.

Gleyce uma estudante de química que mora na região recebeu o panfleto em anexo para participar de um ato público contra a instalação da usina.

Gleyce resolveu então convidar seus colegas do Curso de Licenciatura em Química para estudar **OS PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO DE USINAS TERMELÉTRICAS, OS BENEFÍCIOS E OS MALEFÍCIOS QUE PODERIAM SER CAUSADOS AO AMBIENTE E ÀS PESSOAS** para decidir se seria contra ou a favor da instalação da usina em SUAPE. Além disso, ela sugeriu que poderia ajudar os moradores na tomada de suas decisões. A fim de deixar seus colegas mais informados dos fatos, Gleyce levou o panfleto e a seguinte reportagem que leu na internet:

Representantes do setor defendem termelétrica Suape III

A base da matriz energética no País são as hidrelétricas, e as usinas térmicas são utilizadas como fontes de reserva. Ou seja, o óleo combustível é queimado apenas se houver demanda. "Como temos facilidade em conseguir o combustível, por termos refino de petróleo no País, além de serem máquinas de fácil instalação, torna-se viável instalar uma usina termelétrica."

O nível de poluição de uma termelétrica traz consequências ambientais mínimas, já que opera apenas quando precisa ser ativada, além de depender da tecnologia das plantas industriais, que estão se modernizando e diminuindo os impactos contra o meio ambiente.

A expectativa é de que 2.500 empregos, entre diretos e indiretos, sejam gerados quando a unidade entrar em operação, e outros quatro mil sejam abertos durantes as obras.

Texto adaptado: disponível em http://blogs.ne10.uol.com.br/peinvestimento/2011/09/20/

Agora, imaginem que vocês são colegas de Gleyce e precisam ajudá-la nos estudos e se informar sobre as consequências da instalação da Usina para os moradores da região, para que eles possam se posicionar a FAVOR ou CONTRA a sua implantação. Para isso, vocês terão que pesquisar e construir uma argumentação baseada em informações sobre conceitos químicos e de outras áreas de conhecimento, buscando ser convincente para fundamentar a opinião do seu grupo. É DESEJÁVEL QUE VOCÊS LEVANTEM ARGUMENTOS FAVORÁVEIS E DESFAVORÁVEIS À INSTALAÇÃO DA USINA PARA DEPOIS SE DEFINIREM POR UM POSICIONAMENTO.

AO FINAL DA DISCUSSÃO, ELABOREM UM RELATÓRIO DE NO MÍNIMO DUAS PÁGINAS APRESENTANDO O POSICIONAMENTO DO GRUPO.

Figura 1: Caso Termelétrica Suape III.

Como pode ser verificado na Figura 1, é possível destacar nesse caso as seguintes características: o caso é atual, é relevante para os estudantes, desperta interesse pela questão, narra uma história, força uma decisão, provoca um conflito e produz empatia com os personagens (Herreid, 1998b).

Aplicação do estudo de caso nas aulas da disciplina

A aplicação do caso ocorreu em quatro momentos, nos quais estiveram presentes dois dos autores deste trabalho, sendo um deles a professora da disciplina. No primeiro encontro, explicamos o que é um estudo de caso e suas origens, informamos aos estudantes como seriam realizadas as atividades, incluindo o tempo de decorrência. Foi distribuído um texto com considerações sobre a produção de um bom caso, incluindo o caso *Ameaça nos laranjais*, do artigo *Estudos de caso em química* (Sá et al., 2007) para que os estudantes tivessem um primeiro contato e interação com o método proposto. Após as discussões, como tarefa, os estudantes elaboraram casos e apresentaram na turma.

No segundo encontro, foram levantados questionamentos acerca da temática termelétrica e cópias do caso a ser estudado foram distribuídas para as oito duplas formadas. Os estudantes foram orientados a identificar conceitos químicos envolvidos no tema, apresentar uma discussão sobre os problemas existentes na implantação de uma usina termelétrica e apresentar um posicionamento argumentado sobre esse fato. Para isso, foi solicitada a elaboração de um relatório escrito justificando o posicionamento da dupla, que seria apresentado a todos os colegas no quarto encontro. É importante ressaltar que, como discutido anteriormente, os objetivos da disciplina estavam mais voltados para a apresentação do método do que para a discussão aprofundada dos conceitos químicos em questão, considerando que estes são objetos de estudo em outras disciplinas do curso.

No terceiro encontro, a professora da disciplina exibiu dois vídeos sobre usinas termelétricas (vídeo 1: http://www.youtube.com/watch?v=UJDAFL7w6Is; vídeo 2: funcionamento de usinas termelétricas, esquemas e imagens editados pelas autoras no Movie Maker®), levantou questões sobre o processo do seu funcionamento, apontando as vantagens e desvantagens, e mostrou reportagens sobre o caso em foco. Durante a aula, também foi realizada uma sondagem para saber como os estudantes estavam desenvolvendo os estudos para a apresentação do caso e a construção de um posicionamento das duplas.

No quarto encontro, foram realizadas as apresentações das duplas e entrega dos relatórios, sendo a discussão sobre o tema gravada em áudio. As transcrições do áudio e os relatórios escritos foram analisados, buscando avaliar os argumentos construídos pelos estudantes, os conceitos químicos apresentados e o posicionamento tomado pela dupla.

Resultados e discussão

Ao propor o caso Termelétrica Suape III, de uma forma geral, verificamos que o problema foi identificado pelos estudantes e, a partir de pesquisas, eles buscaram informações sobre o funcionamento básico de uma termelétrica, sendo possível perceber na apresentação de todas as duplas a mobilização de conceitos articulados a outros aspectos referentes ao caso em foco.

Aspectos conceituais sobre o tema

Na apresentação das duplas, foi possível verificar o domínio de alguns conceitos químicos importantes como a combustão, o calor, as trocas de calor (energia), a mudança de estado físico da água e os combustíveis fósseis, estando alguns desses conceitos citados no trecho abaixo, retirado de um dos relatórios.

> *"A usina termelétrica é uma instalação industrial que serve para gerar energia através da queima de combustíveis fósseis. Funcionam da seguinte maneira: aquece-se a* água, *essa* água *será transformada em vapor, cuja força irá movimentar as pás de uma turbina que por sua vez movimentará o gerador".* (relatório dupla 5)

Além dos conceitos básicos apresentados, emergiram na pesquisa conceitos correlatos como os vários tipos de combustíveis utilizados como, por exemplo, aqueles que são menos poluentes. Esses conceitos propiciaram um melhor embasamento para a tomada de decisão por parte do estudante.

Além dos conceitos básicos apresentados, emergiram na pesquisa conceitos correlatos como os vários tipos de combustíveis utilizados, apontando, por exemplo, aqueles que são menos poluentes. Esses conceitos propiciaram um melhor embasamento para a tomada de decisão por parte do estudante. Essa é uma característica da estratégia de estudo de caso que, sendo uma variante da ABP, foi usada neste trabalho para desenvolver habilidade em tomar decisão, conforme declarado por Silva e Queiroz (2010).

A articulação de aspectos conceituais, sociais e ambientais implicados no tema

Na análise dos dados, verificamos que, de uma forma geral, os estudantes se mostraram bem embasados a respeito do tema, pois para construir um posicionamento final, eles buscaram informações sobre as desvantagens e vantagens da implantação de uma usina termelétrica, mostradas na Tabela 1, sendo essa busca de grande importância para ajudar na decisão a respeito da instalação da usina. Dessa forma, os alunos mobilizaram o conhecimento científico para construir argumentos diante de uma problemática sociocientífica apresentada no caso (Herreid, 1998b).

A partir do método do estudo de caso, percebemos que foi possível discutir vários conceitos científicos, principalmente os relacionados com impactos ambientais. Na fala transcrita

Tabela 1. Vantagens e desvantagens apresentadas pelos estudantes nas várias duplas.

Desvantagem	Vantagem
Aquecimento global	Crescimento do parque industrial do estado
Chuva ácida	Utilizar óleo combustível da refinaria de petróleo Abreu e Lima
Emissões de gases poluentes	Instalação de novas indústrias
A saúde da população que vive em torno dos polos industriais seria gravemente afetada	Geração de empregos
Água utilizada nas termelétricas é devolvida mais quente aos mares e rios	A usina será de caráter emergencial, o que evitaria apagões
Doenças respiratórias	Podem ser construídas onde são mais necessárias, economizando, assim, o custo das linhas de transmissão.

da gravação em áudio, os estudantes citaram a emissão de gases responsáveis pela chuva ácida.

> *"Devido à queima de combustíveis fósseis, como usados na termelétrica, são liberados óxidos de enxofre que reagem com água formando a chuva ácida".* (fala de um estudante da dupla 4)

No trecho citado, a dupla 4 associou a emissão de enxofre na queima de combustíveis fósseis à formação da chuva ácida, mostrando a compreensão desses alunos sobre conceitos de tipos de óxidos, reações de óxidos e ainda de combustão do enxofre, indicando o potencial do método em estimular o aprofundamento de conteúdos.

Com base nas informações levantadas, os estudantes chegaram às suas conclusões e argumentos. No último encontro, sete duplas se posicionaram contra a implantação da usina, e uma dupla, a favor.

Apresentação do posicionamento das duplas

Na discussão que se sucedeu a cada apresentação, os estudantes foram capazes de apresentar seus posicionamentos, na maioria das vezes, consensual na dupla e em um único caso divergente, ou seja, cada estudante apresentou um posicionamento diferente a partir de um mesmo relatório. Esse fato caracteriza a situação de conflito que o caso traz.

Com base nas informações levantadas, os estudantes chegaram às suas conclusões e argumentos. No último encontro, sete duplas se posicionaram contra a implantação da usina, e uma dupla, a favor. A seguir, é apresentado um trecho retirado do relatório de uma das duplas que se posicionou contra a instalação da usina, ilustrando os argumentos usados para justificar tal posicionamento:

> *"Diante do cenário atual do nosso planeta (agravamento do efeito estufa, catástrofes ambientais terríveis...), Pernambuco não deve buscar formas de poluir mais, já que a termelétrica utiliza combustíveis fósseis que são queimados e lançados na atmosfera, mas sim buscar investir em pesquisas científicas e convênios com empresas que desenvolvam novas tecnologias para o uso de matrizes energéticas menos poluentes, como por exemplo hidroelétricas, energia eólica, solar etc. Acreditamos que existem outras formas de produção de energia que causam menos impactos ambientais e que por esse motivo se enquadram melhor na proposta de diminuir a emissão de CO_2 na atmosfera."* (relatório dupla 2)

Os estudantes puderam desenvolver suas habilidades argumentativas, e isso caracteriza um dos propósitos do método, que é possibilitar ao estudante a capacidade de argumentar diante de uma problemática sociocientífica (Sá et al., 2007). Dessa forma, apresentaram possíveis soluções que poderiam substituir o projeto da usina termelétrica, conforme podemos constatar no trecho a seguir tirado da transcrição das falas durante as apresentações:

> *"A gente achou que apesar dos benefícios que podem ser trazidos, com o impacto ambiental, a gente achou que não valeria a pena a implantação da usina. Por isso que a gente achou que não seria viável por que, como a gente mora numa região litorânea, outras alternativas seriam viáveis para gerar energia como maremotriz, energia solar ou até mesmo energia eólica."* (dupla 2)

O trecho a seguir foi retirado do relatório da dupla que se posicionou a favor da usina termelétrica:

> *"A implantação de uma termelétrica envolve muitos fatores que devem ser analisados para que se possa amenizar os impactos ambientais envolvidos no processo de obtenção de energia e fazer com que a energia gerada obtenha um lucro satisfatório para o empreendedor, para o consumidor e os demais envolvidos."* (relatório dupla 6)

Durante a discussão, os estudantes levantaram, além das questões sociais, científicas e ambientais, questões políticas relacionadas ao uso da verba direcionada para implantação da usina e registraram as opiniões dos políticos. Em relação à verba, muitos estudantes sugeriram que ela poderia ser investida em educação, porém a maioria concordou que ela deveria ser aplicada para a geração de energia, já que fora destinada para esse fim. Com o uso do caso, percebemos que o estudante pode ampliar a discussão sobre o tema, articulando diferentes perspectivas associadas a um problema real (Sá et al., 2007).

Avaliando o envolvimento dos estudantes com o método

Analisando as apresentações e a discussão no final das atividades, percebemos alguns passos em comum nas ações das duplas ao buscar as informações. A maioria das duplas pesquisou o que é uma termelétrica, como funciona esse tipo de usina, os aspectos positivos e negativos a respeito de sua implantação, possíveis soluções para os problemas encontrados e, por fim, expressaram seu ponto de vista. Durante as apresentações, percebemos a motivação dos estudantes ao levantar questionamentos às duplas que apresentavam o seu relatório, enriquecendo a discussão.

Analisar as situações acerca do caso apresentado com base nas informações pesquisadas, levantar hipóteses, avaliar as possíveis consequências do problema e tomar decisão de ser contra ou a favor de uma determinada situação requer habilidades que podem ser desenvolvidas durante o estudo de caso. O trecho a seguir revela como esses processos foram vivenciados pelos estudantes:

> *"A gente começou pesquisando qual o combustível usado e o que era esse combustível. O óleo combustível é um derivado do petróleo que é obtido a partir da destilação fracionada por que ele refina o petróleo para retirar várias coisas, aí tem vários produtos diferentes, aí depois que a gente pesquisou o óleo, a gente foi pesquisar como funciona a usina a óleo."*

Percebemos, ao analisar as referências citadas nos relatórios, que as diferentes fontes de pesquisa foram livros, jornais e internet. É relevante frisar que a pesquisa em fontes diversas (seguras) enriquece o debate e cria uma ruptura com a tendência de que sejam colocados argumentos do senso comum ou aqueles que são mais veiculados ou defendidos na grande mídia.

Entendemos que mesmo tendo apenas quatro encontros para o desenvolvimento do método do estudo de caso, podemos inferir que ele contribuiu de forma significativa para o processo de ensino e aprendizagem. A busca por informações fundamentadas a respeito do tema enriqueceu o conhecimento sociocientífico dos estudantes. Percebemos isso por meio da análise dos momentos da discussão e dos relatórios apresentados. Os estudantes tiveram que se aprofundar no tema, buscando informações, a fim de obter conhecimento que ajudasse na tomada de decisão. Dessa forma, suas argumentações foram bem feitas e também questionadas pelas outras duplas.

A análise dos relatórios produzidos pelas duplas indicou que os estudantes se engajaram na pesquisa, analisaram dados e informações, refletiram sobre as prováveis vantagens e desvantagens que uma usina termelétrica pode originar e tomaram suas decisões.

Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo analisar como licenciandos de química mobilizam conceitos científicos e constroem argumentos e posicionamentos diante de um caso real. A aplicação do método de estudo de caso possibilitou uma ruptura com estratégias de ensino voltadas para a memorização dos conceitos e das fórmulas, que não se mostram eficazes na aproximação do conhecimento químico com a realidade.

Verificamos que o método de estudo de caso promoveu uma dinâmica de ensino e aprendizagem em sala de aula, na qual destacamos os seguintes aspectos: a pesquisa sobre o tema; a análise articulada de aspectos conceituais, sociais, políticos e ambientais; e a construção de um posicionamento argumentado diante de uma situação real. Os estudantes conseguiram identificar o problema e, a partir daí, perceberam que precisariam pesquisar sobre os conceitos que envolvem o funcionamento de uma termelétrica. Durante a pesquisa, eles buscaram entender as vantagens e desvantagens da implantação da usina. Desse modo, mobilizaram conceitos químicos implicados em processos de produção de energia, articulando pontos de vista ambiental, social e político. Uma vez compreendidos conceitos importantes, os estudantes puderam desenvolver habilidades argumentativas e críticas, posicionando-se contra a instalação da usina ou a favor desta.

Consideramos que o método de estudo de caso é um recurso apropriado e eficaz na introdução de temas sociocientíficos no ensino de química e de ciências, possibilitando a ampliação da discussão na sala de aula. Ressaltamos a importância de que esse e outros métodos sejam introduzidos na formação inicial para que futuros professores vivenciem experiências inovadoras no ensino de química e possam incluí-las na sua prática docente.

Ana Alice Mano Sampaio (analice_mano@hotmail.com), licenciada em Química (UFRPE), é professora de química do ensino médio da rede privada de ensino de Pernambuco. Recife, PE – BR. **Douglas Lopes Bernardo** (dougpcl@hotmail.com), licenciado em Química (UFRPE), mestrando em Química (DQF/UFPE), é professor de química do ensino médio da rede privada de ensino de Pernambuco. Recife, PE – BR. **Edenia Maria Ribeiro do Amaral** (edsamaral@uol.com.br), engenheira química (UFPE), mestre em Ciências Nucleares (UFPE), doutora em Educação (UFMG), atua no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (UFRPE) e é professora do curso de licenciatura em Química (UFRPE). Recife, PE – BR.

Referências

ALLCHIN, D. The Minnesota case study collection: new historical inquiry case studies for nature of science education. *Science & Education*, v. 21, n. 9, p. 1263-1281, 2012.

ATKINS, P.; PAULA, J. *Físico-química*. Trad. E. C. Silva et al. 8. ed. v. 1. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

HERREID, C.F. A novel method of science education. *Journal of College Science Teaching*, v. 23, n. 4, 1994.

_____. Sorting potatoes for Miss Bonner. *Journal of College Science Teaching*, v. 27, n. 4, 1998a.

_____. What makes a good case? *Journal of College Science Teaching*, v. 27, n. 3, 1998b.

LEITE, L.; ESTEVES, E. Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas na licenciatura em ensino de física e química. In: SILVA, B.; ALMEIDA, L. (Coords.). *Actas do Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia*, v. 8, Braga, Portugal: Universidade do Minho, 2005. [Cd-Rom].

MEDEIROS, A.M. *Bases metodológicas para a incorporação da variável ambiental no planejamento da expansão termelétrica no Brasil*. 2006. 126f. Dissertação (Mestrado em Planejamento energético) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

SÁ, L.P.; FRANCISCO, C.A.; QUEIROZ, S.L. Estudos de caso em química. *Química Nova*, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007.

SÁ, L.P.; QUEIROZ, S.L. *Estudos de caso no ensino de química*. 2. ed. São Paulo: Átomo, 2010.

SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 2, 2002.

SILVA, O.B.; QUEIROZ, S.L. Estudos de caso com enfoque sociocientífico: aplicação no ensino médio de química. In: SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS. 2., 2010, Brasília. *Resumos*. Brasília: UnB, 2010.

SILVA, R.M.G. Contextualizando aprendizagens em química na formação escolar. *Química Nova na Escola*, n. 18, 2003.

Para saber mais

HERREID, C.F. *Start with story*: the case study method of teaching college science. United States: NSTA Press, 2007.

Abstract: *Analysis of a case study approach performed with chemistry teachers in initial training.* This article presents a qualitative research that involves a teaching approach with a case study, aiming to analyze how undergraduates for teachers of Chemistry apply scientific concepts e arguments and take positions on a real case. In general, case studies are used from the narrative of a problem to be solved by students based on scientific knowledge. For this work, we designed a case named Thermoelectric Suape III, with a questioning regarding with environmental and social impacts of this type of plant. The research involved undergraduates for teachers of Chemistry, at UFRPE, Recife, Brazil in a class of 4th period, in the discipline of Pedagogical Practice for Teaching of Chemistry I. The case study favored the research and allowed the student a learning of fundamentals scientific concepts related to the theme and developing capacity for reasoning and decision making.

Keywords: case study, socio-scientific issues, teaching chemistry.