



Análise da aplicação de um estudo de caso para o ensino de radioatividade no contexto da energia nuclear

Antônio Victor Alves de Queiroz^{1*}, Izabelly Tavares de Lima¹, Leandro José Barbosa¹, José Euzebio Simões Neto²

¹Discente da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Química, Curso de Licenciatura em Química, Recife, Pernambuco, Brasil, ²Professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Química, Recife, Pernambuco, Brasil. *vitoralvesqueiroz@outlook.com

Recebido em: 03/08/2021

Aceito em: 09/10/2021

Publicado em: 25/10/2021

RESUMO

Dentre as diversas estratégias didáticas que consideram o estudante como sujeito central e ativo do processo de aprendizagem, destaca-se o trabalho com Estudos de caso, uma variante da aprendizagem baseada em problemas. Esse trabalho apresenta uma proposta que envolve a elaboração e utilização de um estudo de caso, denominado “Usina de Angra III”, para discutir impactos ambientais e sociais associados a uma possível retomada nas obras de construção da usina, paradas desde 2014. Os estudantes foram apresentados ao caso, divididos em dois grupos, contrários e favoráveis a continuidade da obra e, por fim, defenderam suas posições em um debate. Eles também responderam um questionário sobre a temática radioatividade, no início e fim da intervenção didática proposta. De acordo com os resultados, os estudantes demonstraram dificuldade em construir as ideias e defenderem suas posições, no início da atividade, mas conseguiram estruturar bons pontos e discutir de forma adequada as questões sobre o caso, apresentadas ao longo do processo. Ainda, as respostas ao questionário sugerem a construção do conhecimento e a aprovação da estratégia pelos estudantes.

Palavras-chave: Estudo de caso. Radioatividade. Energia nuclear.

Analysis of the application of a case study for the teaching of radioactivity in the context of nuclear energy

ABSTRACT

Among the various didactic strategies that consider the student as the central and active subject of the learning process, the work with Case Studies, a variant of problem-based learning, stands out. This work presents a proposal that involves the elaboration and use of a case study, called “Usina de Angra III”, to discuss environmental and social impacts associated with a possible resumption of the plant's construction works, stopped since 2014. The students were presented to the case, divided into two groups, opposed and favorable to the continuation of the work and, finally, defended their positions in a debate. They also answered a questionnaire on radioactivity at the beginning and end of the proposed didactic intervention. According to the results, the students demonstrated difficulty in building ideas and defending their positions at the beginning of the activity, but managed to structure good points and adequately discuss the questions about the case presented throughout the process. Still, the answers to the questionnaire suggest the construction of knowledge and the approval of the strategy by the students.

Keywords: Case study. Radioactivity. Nuclear energy.

INTRODUÇÃO

Nas salas de aula, de forma geral, o ensino de Química é estruturado em torno de práticas que priorizam a memorização de fórmulas, fatos e dados informacionais que acabam por direcionar o processo de aprendizagem dos estudantes a tarefas de memorização e aplicação direta e não contextualizada dos conceitos, contribuindo para a desmotivação em estudar e aprender, o que muitas vezes é associado a denominação ensino tradicional. Ao se utilizar destes tipos de metodologia, acabamos por limitar o interesse na aprendizagem, por esvaziar os conceitos e fenômenos das suas relações com o mundo material e, desta forma, as dificuldades de compreensão, os modelos científicos e as concepções informais que podem emergir, se não consideradas da forma adequada, acabam afetando toda o processo de aprendizagem (SANTOS et al., 2013).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs (BRASIL, 1999) indicam que a área das Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias deve se basear não na quantidade de conteúdo a ser ensinado, mas na qualidade com que são trabalhados em sala de aula. As Ciências que fazem parte desta área possuem seu próprio objeto de estudo, seus procedimentos metodológicos específicos e uma sistematização de conceitos. Contudo, todas elas possuem em comum o viés investigativo sobre a natureza e o desenvolvimento tecnológico construído a partir de avanços obtidos por meio da investigação científica. É a partir dessa articulação que a escola pode estabelecer relações entre diferentes disciplinas e conteúdos, incluindo na vida do estudante o universo científico, que outrora parecia distante de sua realidade.

Apesar dessas orientações vindas dos documentos oficiais, o ensino de Química ainda não parece atender as recomendações, e além das dificuldades apresentadas pelos estudantes em aprender os conceitos, também não sabem os motivos para estudar esta disciplina, devido à falta de contexto das abordagens convencionais, que não possuem a preocupação de demonstrar a importância em adquirir conhecimento científico (COSTA NETO; CARVALHO, 2008).

Em grande parte das escolas é possível verificar uma grande quantidade de conteúdos, com um nível de aprofundamento na discussão que parece ir além dos objetivos da Educação Básica, fazendo com que o professor seja obrigado a seguir o planejamento, sem poder realizar escolhas conscientes e, principalmente, sem que o conhecimento tenha sido efetivamente aprendido pelos seus estudantes. A maneira com que o currículo escolar é planejado também contribui para a desmotivação em aprender

Química, visto que ele ainda é pensado de forma acumulativa e sem relações com a história e com os contextos sociais, sem considerar os conhecimentos prévios, como se o estudante nada soubesse sobre o que está sendo apresentado em sala de aula (POZO; GOMÉZ CRESPO, 2009) e sem a preocupação em reconhecer no mundo material as situações em que os conhecimentos científicos permitem uma melhor leitura dos fenômenos.

Para que o ensino de Química seja realmente efetivo, é necessário repensar sua essência e seus objetivos. Devemos pensar em, e pôr em prática, um ensino problematizador, desafiador e que estimule o estudante para a construção do saber científico. É preciso que o conhecimento químico seja apresentado de uma forma que possibilite a interação adequada com o ambiente, na compreensão de que o estudante faz parte de um mundo e que também é responsável por ele. Segundo Samrsl et al., (2007), algumas ações visam reorganizar as bases metodológicas e curriculares do nosso sistema educacional na busca de melhorar o ensino de Química nas escolas. Os principais conteúdos podem ser desenvolvidos a partir de materiais criados pelos próprios professores. Dessa forma, o ensino de Química deve ser pensado como um processo de pesquisa, partindo da ideia de que os assuntos vivenciados façam parte de uma série de problemas que precisam ser solucionados (LIMA, 2012).

Se pensarmos no mundo do século XXI, dentro ou fora da escola, estamos vivendo em um momento de profundas transformações sociais, culturais e tecnológicas que influenciam de maneira direta a forma como nos relacionamos com o mundo em que vivemos. A sociedade da informação e do conhecimento traz, para a escola, novas demandas, pois o conhecimento é produzido e disseminado numa velocidade nunca antes experimentada pela humanidade. As certezas e verdades científicas se tornam mais passíveis de reformulação e, pela primeira vez, existe uma pluralidade de fontes de acesso à informação, que proporciona estudantes que podem saber mais que professoras e professores acerca de alguns temas e em algumas situações, fazendo com que a irreal e eventualmente forçada homogeneidade das salas de aula ceda espaço à diversidade típica de um grupo heterogêneo. Assim, parece-nos interessante pensar no mundo material em sala de aula, de modo a levantar questões relevantes para a sociedade e ambiente, o que pode ser realizado por meio da resolução de problemas (KLEIN, 2013).

Assim, no presente trabalho apresentamos uma proposta de elaboração e utilização de um estudo de caso, intitulado “Usina de Angra III”, com objetivo de

discutir impactos ambientais e sociais relacionados com uma possível retomada nas obras de construção da usina, interrompidas em 2014.

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E ESTUDOS DE CASO

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é uma abordagem que utiliza de problemas reais para a construção do conhecimento, tendo como foco principal o processo de aprendizagem dos estudantes, que é figura central da ação e é considerado a maneira como o aluno interpreta e se relaciona com sua realidade, indo além de processos de memorização e permitindo a aprendizagem real, que possibilita a aplicação do conhecimento em diversos contextos.

A ABP teve origem na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, Canadá, no início dos anos 1990, ficando restrito por muito tempo à formação de profissionais da área médica (SÁ et al., 2007) e apresenta aos alunos situações próximas de sua realidade, que eles devem investigar, quase sempre em pequenos grupos, em busca de uma possível solução. A colaboração na investigação é fundamental para o sucesso da ação, que envolve etapas sucessivas como o levantamento do que os integrantes do grupo já sabem sobre o problema, o que é necessário investigar para compreender melhor a questão e quais são as fontes de informação que podem ser utilizadas. Com isso, os estudantes são instigados a olhar criticamente para a realidade e a buscar soluções utilizando conhecimentos aprendidos (KLEIN, 2013). A resolução de problemas pode promover, aos estudantes, o desenvolvimento de suas habilidades e competências para que possam realizar a investigação de maneira coerente e objetiva, com rigor e cuidado, possibilitando a aplicação daquilo que foi aprendido em outros contextos, além do escolar (SOUZA; DOURADO, 2015).

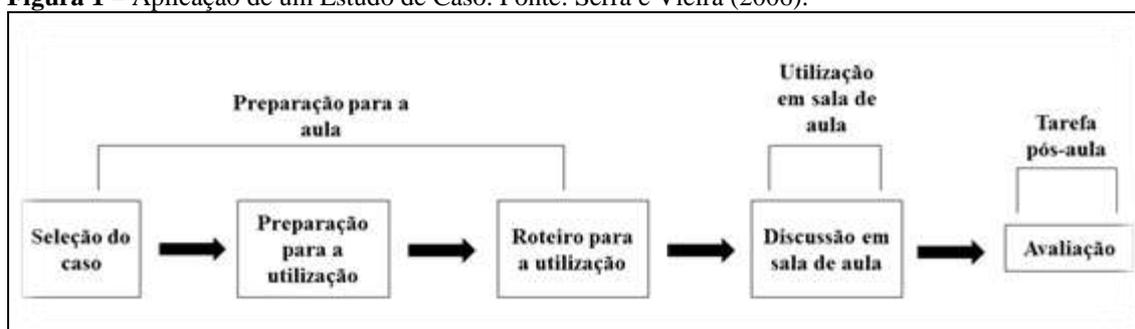
Dentre os métodos variantes da resolução de problemas, vamos destacar o Estudo de Caso. Sá e Queiroz (2009, p. 12) afirmam que:

O Estudo de Casos é um método que oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem e investigar aspectos científicos e sociocientíficos, presentes em situações reais ou simuladas, de complexidade variável. Esse método consiste na utilização de narrativas sobre dilemas vivenciados por pessoas que necessitam tomar decisões importantes a respeito de determinadas questões. Tais narrativas são chamadas casos.

A utilização de estudos de caso exige bastante trabalho e dedicação, pois antes da aplicação do caso há um trabalho extenso e minucioso de idealização, que

eventualmente pode ser atividade docente, além de uma preparação cuidadosa por parte da professora ou do professor que vai aplicá-lo, além da exigência do domínio do assunto e sua aplicabilidade para as discussões em sala de aula. Ainda, após a aplicação do caso, é necessário se dedicar à avaliação do processo em si e das apresentações dos grupos e dos estudantes individualmente (PAZINATO; BRAIBANTE, 2014). Podemos dizer que a aplicação de um estudo de caso pode abranger três etapas, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Aplicação de um Estudo de Caso. Fonte: Serra e Vieira (2006).



Por meio da aplicação de estudos de caso podemos introduzir conteúdos específicos, demonstrar a aplicação de conceitos químicos na prática, estimular a capacidade de tomada de decisão e consequente argumentação necessária, desenvolver a habilidade em resolver problemas, refinar a comunicação oral e escrita, além do trabalho em grupo e o pensamento crítico (PAZINATO; BRAIBANTE, 2014). Para tanto, é necessário que os estudantes identifiquem o problema proposto, para depois buscar informações necessárias para apresentar uma solução para o caso. O professor, assim como em outras propostas ativas, deixa o suposto protagonismo e assume um papel de guia, com o dever de ajudar o estudante a analisar o problema e buscar informações, além de incentivar a reflexão e tomada de decisão.

Alguns aspectos são essenciais na elaboração de um caso. Segundo Sá e Queiroz (2009), para um caso ser considerado bom deve, antes de tudo, narrar uma história cujo final não seja conhecido, ou seja, que permita uma diversidade de cenários. Também deve ser, preferencialmente, controverso, ou seja, que gere discussão a partir de pontos de vista diferentes, que provoque conflito e exija uma tomada de decisão. É importante que o caso seja curto, para não se tornar cansativo, repetitivo ou apresentar excesso de informações, mas sem omitir fatos que são relevantes e essenciais para a resolução do

problema. Por fim, os casos devem envolver situações que sejam, de alguma forma, valiosas para os estudantes e que representem desafios que eles conseguem enfrentar, sem ser demasiadamente fácil ou muito difícil. Ainda, deve ter utilidade pedagógica.

A figura 2 mostra alguns desses aspectos, na elaboração do caso “Usina de Angra III”.

Figura 2 – Aspectos de um bom caso presentes em “Usina de Angra III”. Fonte: Própria.



Assim, no presente trabalho apresentamos uma proposta de elaboração e utilização de um estudo de caso, intitulado “Usina de Angra III”, com objetivo de discutir impactos ambientais e sociais relacionados com uma possível retomada nas obras de construção da usina, interrompidas em 2014.

METODOLOGIA

Essa pesquisa versa sobre a elaboração e aplicação de um Estudo de Caso para discutir aspectos sociais e econômicos associados a construção de uma usina nuclear, utilizando o cenário real associado a Angra III, no estado do Rio de Janeiro. A metodologia será apresentada em duas etapas, a saber: elaboração do Estudo de Caso e Aplicação do Estudo de Caso.

Elaboração do estudo de caso

A partir das recomendações de Sá e Queiroz (2009), elaboramos o caso intitulado “Usina Nuclear de Angra III”, com uma problemática relacionada aos possíveis impactos ambientais e sociais associados a retomada das construções, implementação, funcionamento e ações do tempo no contexto de uma possível retomada nas obras para construção da usina, paradas desde 2014. O mote central é: enquanto a expectativa de novos empregos anima parte da população da cidade, outros membros da sociedade local questionam a segurança socioambiental, não só do projeto, mas de todo o complexo nuclear já instalado no município. O caso elaborado pode ser observado na Figura 2.

Aplicação do estudo de caso

O estudo de caso elaborado na etapa anterior foi pensado como parte integrante de uma intervenção didática, pensada para associar a resolução do caso a outras atividades que contribuem para a construção do conhecimento. A intervenção é composta por três momentos, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Estrutura da Intervenção Didática Proposta. Fonte: Própria.

Momento	Atividades
1	Apresentação dos Conceitos Científicos Abordagem do conteúdo de Radioatividade a partir de uma aula expositiva dialogada, mostrando a descoberta do fenômeno, as emissões e processos nucleares, cinética das emissões radioativas e os benefícios e malefícios da sua utilização, a partir dos efeitos no corpo humano e no meio ambiente.
	Questionário sobre Radioatividade Um questionário contendo cinco questões sobre radioatividade foi entregue aos estudantes participantes da pesquisa para resolução.
2	Apresentação do Estudo de Caso

	<p>O caso elaborado foi apresentado a turma, que deve estar dividida em grupos. Em seguida, o caso deve ser lido coletivamente e, em seguida, pelos integrantes dos grupos, internamente.</p>
	<p>Divisão entre Favoráveis e Desfavoráveis a Retomada de Angra III</p> <p>A turma deve ser dividida em dois grupos, a depender dos pontos elencados na discussão inicial do caso: um grupo com estudantes favoráveis e outros com estudantes desfavoráveis a retomada das obras de construção da usina nuclear de Angra III.</p>
	<p>Organização do Debate</p> <p>Construção dos argumentos, a partir de materiais textuais entregues aos estudantes sobre a radioatividade, as usinas nucleares e sobre as usinas em Angra dos Reis, Rio de Janeiro.</p>
3	<p>Apresentação das Resoluções para o Caso</p> <p>O terceiro momento se inicia com a apresentação dos argumentos elaborados pelos dois grupos, que devem debater sobre os pontos apresentados no debate.</p>
	<p>Questionário sobre Radioatividade com Pergunta Adicional</p> <p>O questionário inicial foi novamente entregue aos estudantes para resolução, com uma pergunta adicional: Essa atividade contribuiu para a sua aprendizagem sobre radioatividade?</p>

O questionário utilizado no primeiro e no terceiro momento está apresentado no Quadro 2:

Quadro 2 - Questionário utilizado nos momentos 1 e 3 (com a pergunta adicional). Fonte: Própria.

<p>1. O QUANTO VOCÊ ENTENDE SOBRE RADIOATIVIDADE?</p> <p><input type="checkbox"/> Muito.</p> <p><input type="checkbox"/> Pouco.</p> <p><input type="checkbox"/> Quase nada.</p> <p><input type="checkbox"/> Só o que eu vejo nos meios de comunicação.</p> <p>2. O QUE É RADIOATIVIDADE?</p> <p><input type="checkbox"/> É um fenômeno exclusivamente artificial em que algumas substâncias ou elementos químicos são capazes de emitir radiações.</p> <p><input type="checkbox"/> É um fenômeno natural ou artificial em que algumas substâncias ou elementos químicos são capazes de emitir radiações.</p> <p><input type="checkbox"/> É um fenômeno exclusivamente artificial responsável por cerca de 83% dos casos de câncer no país.</p> <p><input type="checkbox"/> É um fenômeno natural ou artificial que ocasiona tumores e gera mutações, não sendo recomendado seu uso.</p> <p><input type="checkbox"/> É um fenômeno exclusivamente natural em que materiais sofrem decaimento tornando-se radioativos.</p>
--

3. ONDE VOCÊ JÁ OUVIU FALAR SOBRE RADIOATIVIDADE?

- Nas aulas de Química da escola.
- Apenas nos meios de comunicação (Redes Sociais, televisão, rádio, Jornal, etc.).
- Em conversas com amigos.
- Em pesquisas que realizei.
- Nunca nem vi. Que dia foi isso?

4. VOCÊ ACHA QUE A RADIOATIVIDADE TEM UM PAPEL ÚTIL NA SOCIEDADE?

- Sim.
- Não.
- Talvez.
- Não tenho nem ideia.

5. EM QUAL DESSAS COISAS A RADIOATIVIDADE PODE SER ÚTIL?

- Apenas na construção de bombas.
- Na área hospitalar.
- Em descobertas de escavações arqueológicas.
- Na produção de energia.
- Nenhuma das alternativas anteriores.

6. ESSA ATIVIDADE CONTRIBUIU PARA A SUA APRENDIZAGEM SOBRE RADIOATIVIDADE?

Participaram desta pesquisa, na aplicação da intervenção didática, 21 estudantes de uma turma do 3º ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública estadual de Pernambuco, localizada na cidade de Olinda, região metropolitana do Recife. Essa atividade foi realizada no âmbito das ações do Programa de Residência Pedagógica, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PRP/Química/UFRPE).

A coleta de dados foi realizada nos diferentes momentos que marcam a intervenção didática, com metodologias de análise diferentes para cada conjunto de dados. O Quadro 3 apresenta as informações sobre os dados, quanto a coleta e análise.

Quadro 3 – Coleta e Análise dos Dados. Fonte: Própria.

Conjunto de Dados	Instrumento de Coleta	Análise dos Dados
Respostas ao questionário.	Recolha dos questionários respondidos pelos estudantes no primeiro e no terceiro momento da intervenção.	Análise da ocorrência de cada uma das respostas (múltipla escolha) e comparativa com a alternativa correta.
Argumentos apresentados no momento de resolução do caso.	Observação e gravação de áudio.	Descrição das ações.
Argumentos apresentados no momento de debate.	Observação e gravação de áudio.	Descrição das ações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentaremos os resultados referentes a aplicação do estudo de caso em dois blocos, o primeiro relativo ao debate e resolução do Estudo de Caso e o segundo com foco nos questionários aplicados no primeiro e no último momento.

Estudo de caso

Durante a resolução do Estudo de Caso, no debate inicial do terceiro momento, os estudantes apresentaram as suas propostas de resolução para o caso, visando a realização do debate. No início do debate, percebemos alguma dificuldade para argumentar de forma diretiva sobre as problemáticas associadas ao caso. Após as primeiras falas de cada grupo, o debate foi ganhando corpo, principalmente com a possibilidade de ouvir os pontos levantados e discutidos pelo grupo contrário para construir e expor ideias na defesa da visão, contra ou favorável a implementação da usina. A natureza controversa do tema central do caso foi fundamental para o estímulo a participação ativa e organização de falas que apontam os prós e contras, dependendo do grupo, para a continuação das obras de construção da usina Angra III.

Durante o debate, o grupo favorável apresentou, de maneira coerente, pontos importantes na defesa do reinício das obras, com foco predominante na importância da radioatividade na sociedade, na busca inicial de romper com qualquer preconceito associado as radiações nucleares. Os estudantes do grupo começam citando benefícios médicos do uso das radiações, como a radiografia e a radioterapia, que é utilizada no tratamento de tumores, para evidenciar que benefícios e malefícios estão associados a forma de utilização e não ao fenômeno. Em seguida, o grupo focou no contexto do caso, a produção de energia nuclear, defendendo que esse tipo de usina é importante para o

meio ambiente, por fornecer uma energia advinda de processo mais limpo, por não utilizar combustíveis fósseis, o que significa não haver emissão dos gases poluentes responsáveis pelo efeito estufa, causadores do aquecimento global.

O grupo também apresentou, na defesa pela retomada da obra, a possibilidade de avanço social, pela geração de empregos e de renda, sem prejuízos a segurança da população, citando que as usinas instaladas próximas a cidades, como no caso de Angra dos Reis, não oferecem perigo devido a modernos sistemas de segurança, instalados para proteger a população. Além disso, citaram o controle de emissão de radiação no entorno das usinas, que aciona um alarme caso ocorra um vazamento e ativa o plano de evacuação previamente estabelecido.

Já o grupo que defendeu a posição contrária a retomada das obras trouxe inicialmente ideias baseadas no conhecimento do senso comum, influenciados pelo sensacionalismo da mídia (ARIAS, 2002), que reforça a visão negativa sobre a radioatividade, sem um aprofundamento maior sobre os riscos inerentes a radiação, ou seja, a ideia de que a radiação nuclear é maléfica, mas sem coerente e rigorosa explicação científica sobre os riscos. Depois, focaram na apresentação de exemplos de desastres ocorridos em usinas nucleares, como Chernobyl e Fukushima, evidenciando os riscos existentes na produção de energia nuclear, considerado muito alto se comparado com usinas de produção de energia eólica e solar, por exemplo.

Ainda, os estudantes do grupo falaram também dos riscos de uma nova usina nuclear para a população que mora no entorno da instalação, que pode, em caso de algum acidente, não conhecer ou não conseguir executar o plano de evacuação. Segundo os estudantes, os alertas existentes para avisar a população que um acidente ocorreu, como sirenes, informações gritadas por megafones e por carros de som, ou até mesmo com bombeiros indo de porta em porta, não são suficientes, pois existem algumas localidades de difícil acesso e que pode, eventualmente, não ouvir os alertas. Destacaram ainda que mesmo ao ouvir os alertas, parte da população poderia não saber o que fazer. Outro ponto discutido, porém, de forma superficial, foi a geografia da região de Angra de Reis, cercada de morros e encostas, e acessível por pista simples, não duplicada em nenhum dos sentidos.

Análise do questionário

Na primeira pergunta do questionário (o quanto você entende sobre radioatividade?), após a aplicação do Estudo de Caso, 73,3% dos estudantes marcaram a opção “pouco”, um resultado que não parece interessante, mas mostra uma certa evolução se compararmos com a primeira aplicação do questionário, no início da intervenção, oportunidade em que a maioria, quase 100%, dos estudantes marcou a opção “quase nada”. A segunda pergunta do questionário, intimamente relacionada a primeira, busca saber se os estudantes sabem o que é a radioatividade, a partir de uma definição cientificamente aceita. De todo o questionário, esta era a única pergunta que possuía uma alternativa correta, e os resultados apontam para pouco mais de um quarto, 26,6% de respostas corretas. O pouco tempo dedicado a atividade, apenas três aulas, em contraste com o quanto que a mídia discute o tema, geralmente de forma superficial, centrada em uma visão negativa e destacando tragédias, pode ser uma das razões para esse resultado. É importante apontar que a resposta não implica que os estudantes não entendem a radioatividade, mas que a maior parte deles não está confiante quanto aos conhecimentos que possuem sobre o tema.

As perguntas 3, 4 e 5 do questionário estão associadas entre si e a capacidade de reconhecer contextos e aplicações da radioatividade na sociedade, antes e depois da resolução do Estudo de Caso. Para a pergunta 3 (onde você já ouviu falar sobre radioatividade?), vimos que houve um maior engajamento dos alunos para a realização da atividade após vivenciarem o Estudo de Caso. 53% dos participantes marcaram no questionário que realizaram pesquisas por conta própria, enquanto 46% revelaram que tiveram acesso ao conteúdo por meio de mídias sociais (telejornais, programas de televisão, documentários, redes sociais, rádio e jornal). Para a pergunta 4 sobre o papel da radioatividade na sociedade, 80% dos estudantes acreditam que a radioatividade possui um papel benéfico na sociedade, indicando uma mudança significativa em relação ao questionário inicial, pois antes do Estudo de Caso esse número não chegava à metade das respostas. Por fim, para a quinta pergunta, a grande maioria dos participantes (93%) afirmaram que a radioatividade pode ser útil apenas na medicina e na produção de energia, deixando de lado que ela também pode ser utilizada em vários campos diferentes, como por exemplo, o segmento da indústria bélica para a produção de armamentos, na datação de descobertas arqueológicas via Carbono 14, na agricultura, para o controle e prevenção de pragas e irradiação de alimentos.

Com relação a pergunta adicional, realizada apenas no questionário entregue após o Estudo de Caso, e que buscava saber se a atividade contribuiu para a construção dos conhecimentos sobre radioatividade, vimos que, de forma geral, os estudantes acharam a atividade satisfatória. Para alguns, a aplicação do Estudo de Caso proporcionou um momento diferente de aprendizagem na sala de aula. Alguns destacaram a importância do debate, por representar oportunidade para que pudessem falar e ser ouvidos, dando sua opinião, embasadas pelo que aprenderam durante a resolução do caso.

Com base nas respostas podemos constatar que houve uma evolução no entendimento dos alunos sobre o conteúdo radioatividade e suas aplicações no cotidiano. Contudo, não houve um maior aprofundamento em relação a outras possibilidades de uso da radiação. Ao analisarmos este resultado, vemos que o Estudo de Caso pode ter promovido um interesse maior dos estudantes, visto que este tipo de metodologia se distancia da estratégia de ensino tradicional, centrado no modelo de transmissão, permitindo ao aluno uma dinâmica diferente daquela que ele está tão habituado.

CONCLUSÃO

Esse trabalho buscou apresentar uma proposta de elaboração e utilização de um estudo de caso, denominado “Usina de Angra III”, para discutir impactos ambientais e sociais associados a uma possível retomada nas obras de construção da usina em tela, paradas desde 2014, visando a construção de conhecimento sobre a radioatividade e suas aplicações, bem como estimular a capacidade de identificar e solucionar problemas e a capacidade de levantar questões pertinentes sobre o tema, para além dos conceitos científicos, mas sem diminuir a importância em aprender os conteúdos conceituais. Com base nos resultados apresentados, acreditamos que os objetivos educacionais da proposta foram atingidos.

O método de Estudo de Caso exige do aluno uma boa leitura e boa interpretação do problema que está sendo proposto pelo texto, pois apesar dos casos serem bem organizados quanto a tarefa e o que precisamos mobilizar para sua resolução, nem sempre a sua leitura e as reflexões exigidas são atividades simples e sempre exigem bastante reflexão. Apesar das dificuldades esperadas, os estudantes dos dois grupos conseguiram discutir de forma satisfatória sobre a retomada ou paralisação

definitiva das obras. Eles pesquisaram em diversas fontes, para além das recomendadas na intervenção e, a partir desta pesquisa, trouxeram questões pertinentes para a sala de aula. Desta forma, vemos que a metodologia é eficaz em instigar nos estudantes a pesquisa por informações, a habilidade de interpretar problemas e também a construir linhas de pensamento que levem a tomada de decisão para a proposição de respostas e soluções para o caso.

Além disso, a atividade proporcionou aos alunos a aplicação dos conhecimentos químicos em uma situação real, fazendo com que os estudantes percebessem o quão próximo do seu cotidiano os conteúdos científicos podem estar. A discussão sobre a relação da Química com a produção de energia e os possíveis impactos ao meio ambiente e a sociedade, por meio do Estudo de Caso possibilitou uma melhor compreensão dos alunos sobre um tema que é complexo, importante e que não é amplamente discutido nas escolas, que normalmente destina poucas aulas para discutir a radioatividade e a energia nuclear.

Assim, percebemos que o método Estudo de Caso é capaz de promover o trabalho em grupo, a capacidade de tomada de decisão e a interpretação de problemas reais. As respostas ao questionário mostram que houve evolução na compreensão dos estudantes sobre o tema, por mais que não tenha ocorrido um maior aprofundamento por parte dos estudantes, principalmente com relação aos conceitos científicos. Por fim, a resposta a questão adicional do terceiro momento, que visava avaliar a estratégia utilizada durante a intervenção didática, nos mostrou que os estudantes acharam a proposta satisfatória, permitindo uma ruptura com práticas tradicionais e predominantes, centradas no ensino por transmissão, possibilitando interações entre eles e momentos de construção coletiva da aprendizagem do conceito e das aplicações da radioatividade.

REFERÊNCIAS

ARIAS, A. G. Falsas energías, pseudociencia y médios de comunicación masiva. **Revista Cubana de Física**, v. 19, n. 1, p. 68–73, 2002.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

COSTA NETO, C. O.; CARVALHO, R. C. P. S. Dificuldades no ensino-aprendizagem de Química no Ensino Médio em algumas escolas públicas na região sudeste de Teresina. In: PIBIC – UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ, 2008. **Anais...**, Teresina: UEP, 2008.

KLEIN, A. M. O uso da aprendizagem baseada em problemas e a atuação docente. **Brazilian Geographical Journal**, v. 4, n. 1 (extra), p. 288-298, 2013.

- LIMA, J. O. G. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 12, n. 136, p. 95-101, 2012.
- PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F. O estudo de caso como estratégia metodológica para o ensino de química no nível médio. **Ciências & Ideias**, v. 5, n. 2, p. 1-18, 2014.
- POZO, J. I.; GOMEZ CRESPO, M. A. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências: do Conhecimento Cotidiano para o Conhecimento Científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- 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. **Estudo de casos no Ensino de Química**. Campinas: Editora Átomo, 2009. 95 p.
- SAMRSLA, V. E. E.; EICHLER, M. L.; DEL PINO, J. C. A elaboração conceitual em realidade escolar de noções de conservação da matéria. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, p. 496-521, 2007.
- SANTOS, A. O.; SILVA, R. P.; ANDRADE, D.; LIMA, J. P. M. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia Plena**, v. 9, n. 7 (b), 2013.
- SERRA, F.; VIEIRA, P. S. **Estudos de Casos: como redigir, como aplicar**. Rio de Janeiro: LTC, 2006.
- SOUZA, S. C.; DOURADO, L. Aprendizagem baseada em problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. **Holos**, v. 5, p. 182-200, 2015.