



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
CENTRO DE CIENCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE QUIMICA
COORDENAÇÃO DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

ROBERTA DOS SANTOS CRUZ

**A POLUIÇÃO DO RIO GRAMAME COMO ESTUDO DE CASO PARA AULAS
DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO**

João Pessoa
2016

ROBERTA DOS SANTOS CRUZ

**A POLIÇÃO DO RIO GRAMAME COMO ESTUDO DE CASO PARA AULAS
DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC,
apresentado ao Curso de Graduação em
química da Universidade Federal da Paraíba,
como requisito parcial à obtenção do grau de
licenciado em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Gardennia da
Fonseca.

João Pessoa
2016

Catálogo na publicação
Universidade Federal da Paraíba
Biblioteca Setorial do CCEN
Maria Teresa Macau - CRB 15/176

C957p Cruz, Roberta dos Santos.

A poluição do Rio Gramame como estudo de caso para aulas de química no ensino médio / Roberta dos Santos Cruz.- João Pessoa, 2016.

45p. : il.-

Monografia (Licenciatura em Química) – Universidade Federal da Paraíba.

Orientadora: Profª Drª Maria Gardennia da Fonseca.

1. Poluição. 2. Química - Ensino médio. 3. Estudo de caso.
I. Título.

UFPB/BS-CCEN

CDU: 504.5(043.2)

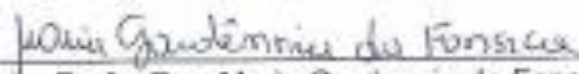
ROBERTA DOS SANTOS CRUZ

**A POLUIÇÃO DO RIO GRAMAME COMO ESTUDO DE CASO PARA AULAS
DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC,
apresentado ao Curso de Graduação em
química da Universidade Federal da Paraíba,
como requisito parcial à obtenção do grau de
licenciado em Química.

Aprovado em: 28 / 11 / 2016

BANCA EXAMINADORA:



Profa. Dra. Maria Gardennia da Fonseca - UFPB
Orientadora



Profª. Dra. Karen Cacilda Weber. - UFPB
Examinadora



Marcia Rejane Santos da Silva - UFPB
Examinadora

Dedico este trabalho:

Primeiramente a Deus, porque até hoje a sua mão me sustentou.

À Tany Mara Monfredini Cordeiro de Moura (*in memória*), quem primeiro me instigou à pesquisa.

À Vânia Jerônimo (*in memória*), quem primeiro me apresentou o fascínio existente no mundo das palavras.

AGRADECIMENTOS

✓ Agradeço a Deus acima de tudo, por ter sido meu braço forte em todas as etapas de meu trabalho, pois minha confiança está nele.

✓ À minha orientadora, professora Maria Gardennia Fonseca, pela confiança e dedicação, por toda liberdade no desenvolvimento deste estudo e ter acreditado no meu potencial me conduzindo para esta realização.

✓ Agradeço à minha mãe Maria, heroína que me deu apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

✓ Aos meus irmãos porque eles servem de exemplo para mim, que pretendo seguir o mesmo caminho acadêmico.

RESUMO

O método estudo de casos tem origem na metodologia Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e consiste em narrativas de situações complexas que necessitam do conhecimento científico para a tomada de decisão. Os objetivos deste trabalho foram apresentar o caso “*Perigo com a Água Poluída*”, relatar sua aplicação em uma turma da primeira série do ensino médio no primeiro e segundo bimestre em uma escola pública de João Pessoa do ano letivo de 2016 como parte de uma intervenção baseada na temática “Poluição do Rio Gramame”, bem como discutir sua contribuição para a formação científica e cidadã dos estudantes. As atividades didáticas favoreceram a busca e a análise de informações relacionadas à poluição de ambientes aquáticos, à reflexão sobre as prováveis causas de problemas reais, à tomada de decisão e à sugestão de possíveis soluções para o caso por parte dos alunos. Esta metodologia foi pautada em estudo qualitativo através de observação e aplicação em sala de aula, o que auxiliou os estudantes na interpretação de textos, promoveu a capacidade de identificação e resolução de problemas, além de possibilitar a aplicação dos conteúdos de Química em situações do cotidiano. Assim, em oito aulas (45 minutos cada) se trabalhou conteúdos de pH, separação de mistura, toxicidade dos elementos químicos, biodegradação, esgoto e tratamento da água a partir do caso proposto. Portanto, tais atividades, pautadas na metodologia de estudo de casos, mostraram-se potencialmente capazes de atender às novas demandas formativas para a educação básica.

Palavras-chave: Poluição Aquática. Estudo de Caso. Ensino de Química.

ABSTRACT

Case study method was originated of Problem-Based Learning (PBL) and consists of narratives of complex situations that require scientific knowledge for helps students learn to transfer knowledge to new situations. The objective of this work was to present the case "Danger with Polluted Water", to report its application in a class of first grade of high school in the first and second bimester in a public school of João Pessoa of the academic year of 2016 as part of an intervention Based on the "Gramame River Pollution" theme, as well as discussing its contribution to the scientific and citizen training of students. The didactic activities favored the search and analysis of information related to the pollution of aquatic environments, the reflection on the probable causes of real problems, the decision making and the suggestion of possible solutions to the case by the students. This methodology was based on a qualitative study through observation and application in the classroom, which helped students in the interpretation of texts, promoted the ability to identify and solve problems, and enable the application of Chemistry contents in everyday situations . Thus, in eight classes (45 minutes one) we worked on pH, mixing separation, toxicity of the chemical elements, biodegradation, sewage and water treatment from the proposed case. Therefore, these activities, based on the methodology of case studies, were potentially able to meet the new training demands for basic education.

Keywords: Aquatic Pollution. Case Study. Chemistry Teaching.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	OBJETIVOS	11
1.1.1	Objetivo Geral	11
1.1.2	Objetivos Específicos	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1	ESTUDOS DE CASO: UMA VARIANTE DO MODELO APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP)	12
2.2	DEFINIÇÕES E IMPORTÂNCIA DAS ANÁLISES RELATIVAS AOS ESTUDOS DE CASO	13
2.3	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA ESCOLHA DE UM ESTUDO DE CASO	15
3	METODOLOGIA DA PESQUISA	17
3.1	SEQUÊNCIA DIDÁTICA	18
3.2	AVALIAÇÃO SOBRE OS OBJETIVOS ALCANÇADOS PELA METODOLOGIA DO ESTUDO DE CASO	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
4.1	CONSIDERAÇÕES SOBRE A PROPOSTA APLICADA	22
5.2	AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES SOB A ÓTICA DOS DISCENTES	24
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
	REFERÊNCIAS	29
	APÊNDICES	31
	ANEXOS	36

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a adoção de metodologias de ensino que privilegiem o papel do aluno no processo de aprendizagem vem ganhando destaque, possibilitando uma melhor orientação à construção-concretização de propostas curriculares no mundo inteiro. A busca por estas metodologias aliadas aos professores no desenvolvimento dos conteúdos de Química tem originado diversos estudos.

No Brasil, as Diretrizes Curriculares Nacionais Para os Cursos de Química apontam nesta direção quando afirmam que “os currículos vigentes estão transbordando de conteúdos informativos em flagrante prejuízo aos formativos, fazendo com que o estudante saia do curso de graduação com “conhecimentos” já desatualizados e não suficientes para uma ação interativa e responsável na sociedade, seja como profissional, seja como cidadão” e sugerem que o ensino deve “ênfatar questões como globalização, ética, treinamento em equipe interdisciplinar, necessidade de atualização e ampliação constantes dos conhecimentos, incluindo aspectos regionais”. (SÁ et al., 2007, p. 731)

Muitas propostas vêm sendo apresentadas, a partir da ideia da construção do conhecimento por meio da utilização de “problemas” no ensino de Ciências. Em específico, neste trabalho trataremos da utilização do uso do *Estudo de Caso* no Ensino de Química. Antes de apresentarmos os pressupostos que orientam este método de ensino, ressaltamos que o estudo de caso vem sendo apontado como uma metodologia coerente e forte uma vez que as pesquisas na área de educação em ciências demonstram sua potencialidade na promoção de um ensino que vise o desenvolvimento de conteúdos não somente informativos, mas também formativos. Segundo Queiroz (et. al), o estudo de caso é uma das variantes da Aprendizagem Baseadas em Problemas (ABP), “O Estudo de Caso é um método que oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem, enquanto exploram a Ciência envolvida em situações relativamente complexas”. (QUEIROZ et al., 2007, p. 731)

O estudo de caso vem sendo também considerado como uma modalidade de pesquisa, mostrando que, apesar de não ser uma tarefa fácil caracterizá-lo, podemos observar suas diferentes abordagens e aplicações. No presente estudo pretende-se relevar sua importância crescente como instrumento de pesquisa,

apresentando suas origens, significados e seu delineamento como metodologia de investigação.

Neste trabalho apresentamos algumas características e aplicações do método de Estudo de Caso para alunos do ensino médio, cuja temática envolveu a Poluição Aquática e girou em torno do acontecimento da poluição do Rio Gramame.

Em relação ao problema de pesquisa, verificamos que muitos dos noticiários que circularam na mídia por ocasião da poluição do Rio Gramame não mostravam a verdadeira razão do que ocorreu, que era porque as empresas despejam seus resíduos no rio. Então, pensando em que essa seria uma boa oportunidade para ensinar química a estudantes do Ensino Médio, aproveitou-se para observar a imensa importância do Estudo de Caso nessa questão, já que se trata de um gênero que pode ser observado por um caminho discursivo.

A seguinte hipótese norteou o trabalho: Toda pesquisa científica necessita definir seu objeto de estudo e, a partir daí, edificar um processo investigativo, delimitando o universo que será estudado. Assim no setor educacional, a mesma regra vale. Portanto, propusemos à criação de um estudo de caso, quando a intenção é examinar aspectos científico e sócio científico, presentes em uma situação real.

A partir da escolha do caso a ser estudado, foi feita a aplicação do desenvolvimento da sequência didática segundo as orientações de Delizoicov (1991, 2008) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) que abordam a estruturação das aulas divididas em etapas chamadas de momentos pedagógicos em que a problematização e a busca por soluções de problemas tem significativas contribuições para a aprendizagem.

Os momentos pedagógicos são estruturados em três etapas, sendo a problematização inicial a primeira fase do trabalho na qual se faz o levantamento dos “conhecimentos espontâneos” que os estudantes apresentam acerca de uma temática. Assim, pode-se dimensionar o distanciamento entre suas concepções e aquelas científicas, sem que haja exposição direta do conteúdo a ser trabalhado em sala de aula. Este método propõe a criação de situações de aprendizagem (SA) que visam fugir da estratégia utilizada tradicionalmente, sendo assim realizado de forma indireta, segundo Paulo Freire (2007).

Dentro deste contexto, neste trabalho procurou-se, através do problema da poluição aquática no Rio Gramame, desenvolver uma série de situações de ensino e

aprendizagem para aulas de Química no início do Ensino Médio, com foco nas substâncias químicas e sua toxicidade para o ambiente aquático. Foram também abordados outros conteúdos tais como: tabela periódica, corantes, ácido e base, determinação do pH e biodegradação.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver uma sequência didática baseada no estudo de caso utilizando a temática “Poluição do Rio Gramame” de forma que facilite o aprendizado do aluno sobre os conceitos químicos, percebendo sua vinculação com a realidade que o cerca, e assim favorecendo o fortalecimento de habilidades que possam instrumentá-lo para a tomada decisão e o exercício da cidadania.

1.1.2 Objetivos Específicos

a) introduzir conteúdos específicos de química para alunos da primeira série do ensino médio, através de uma sequência didática sobre poluição aquática;

b) Oferecer aos discentes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem e investigar aspectos sócio-científicos presentes em uma situação real da cidade de João Pessoa;

c) desenvolver a habilidade e o pensamento crítico para que os estudantes consigam resolver problemas, trabalhando em grupo.

d) analisar as vantagens e as estratégias encontradas que possibilitam a eficácia do estudo em questão.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ESTUDOS DE CASO: UMA VARIANTE DO MODELO APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP)

A leitura dos referenciais teóricos sobre ABP apresenta-nos definições variadas acerca desta temática. Cada uma delas traz contribuições importantes para a compreensão do seu significado, o que permite um melhor desenvolvimento do processo de aplicação do estudo de caso como uma estratégia de pesquisa, nas mais diversas áreas do conhecimento e níveis de ensino, contribuindo para o avanço desse campo de pesquisa.

Como muitas variantes da ABP, o Estudo de Caso é um método que 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 da ABP é, principalmente, a aprendizagem do assunto científico, os casos são mais comumente usados para ensinar habilidades para tomada de decisão a profissionais. “O método tem sua origem na Universidade de Harvard, Estados Unidos, e remonta aos anos de 1800, desde quando passou a ser utilizada, especialmente em disciplinas de medicina, economia e direito.” (SHERFIELD; MONTGOMERY; MOODY, 2004).

Segundo relatos presentes na literatura, Conant, docente da Universidade de Harvard, foi o primeiro educador em ciências a organizar uma disciplina baseada neste modelo de ensino (HERREID, 1994). O método estudo de caso é descrito como uma variante do modelo médico original uma variante de Aprendizado Baseado em Problemas (ABP). Ambos os métodos apresentam aos alunos um caso que narra uma história na qual os personagens enfrentam decisões ou dilemas. Os estudantes se familiarizam com a situação problema, investigam os fatos e seu contexto, e são instigados a solucionar o caso (WATERMAN, 1998).

Na concepção de Barrows (1986), a ABP representa um método de aprendizagem que tem por base a utilização de problemas como ponto de partida para a aquisição e integração de novos conhecimentos. Em essência, promove uma aprendizagem centrada no aluno, sendo os professores facilitadores do processo de produção do conhecimento. Nesse processo, os problemas são um estímulo para a aprendizagem e para o desenvolvimento das habilidades de resolução.

Lambros (2004), em uma definição muito semelhante à de Barrows (1986), afirma que a ABP é um método de ensino que se baseia na utilização de problemas como ponto inicial para adquirir novos conhecimentos.

Na definição dada por Delisle (2000, p. 5), a ABP é “uma técnica de ensino que educa apresentando aos alunos uma situação que leva a um problema que tem de ser resolvido”. Já Barell (2007) interpreta a ABP como a curiosidade que leva à ação de fazer perguntas diante das dúvidas e incertezas sobre os fenômenos complexos do mundo e da vida cotidiana. Ele esclarece que, nesse processo, os alunos são desafiados a comprometer-se na busca pelo conhecimento, por meio de questionamentos e investigação, para dar respostas aos problemas identificados.

2.2 DEFINIÇÕES E IMPORTÂNCIA DAS ANÁLISES RELATIVAS AOS ESTUDOS DE CASO

Segundo Sá e Queiroz (2009, p. 12):

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.

Considerando que o ensino de Química arquitetura a relação de dois componentes básicos: a informação química e o contexto social (SANTOS e SCHNETZLER, 2003), na medida em que o entendimento dos conteúdos químicos ajuda na formação de cidadãos informados, capacitando e dando competências para sua atuação na sociedade. De fato, o Estudo de Caso passa a ser uma proposta capaz de atender a essa demanda, pois enfatiza o aprendizado autogerido dos conceitos químicos e promove o desenvolvimento da habilidade de tomada de decisões que se fundamentam nos conceitos científicos.

De acordo com Pazinato e Braibante (2014, p. 4):

O método de Estudo de Casos muitas vezes é empregado com o objetivo de promover competências e habilidades nos estudantes como, por exemplo, interpretação de textos, resolução de problemas e tomada de decisões, porém sua utilização em sala de aula não é

tão fácil quanto parece. O método exige uma participação ativa do professor, que tem um papel indispensável na aprendizagem dos alunos, sua atuação não se limita a simples escolha ou à redação de um caso e a sua aplicação. Essa metodologia de ensino exige muito do professor, pois antes da aplicação do caso há um trabalho extenso e minucioso por parte de quem o escreveu (que pode ser o docente ou não), a preparação cuidadosa executada pelo professor que vai aplicá-lo, bem como a exigência de dominar o assunto e sua aplicabilidade para as possíveis discussões em aula.

Assim através do estudo de caso os seguintes objetivos educacionais podem ser obtidos:

- a) introduzir conteúdos específicos;
- b) promover o estímulo da capacidade de tomada de decisão;
- c) desenvolver conceitos químicos na prática;
- d) Potencializar a habilidade de comunicação oral e escrita;
- e) Agenciar trabalhos em grupo e o pensamento crítico.

Para tanto, é necessário que estudantes e professor cumpram algumas tarefas básicas, as quais encontram-se em consonância com as ideias de Paulo Freire (2007, p. 28):

O professor que pensa certo deixa transparecer aos educandos que uma das bonitezas de nossa maneira de estar no mundo e com o mundo, como seres históricos, é a capacidade de, intervindo no mundo, conhecer o mundo. Mas, histórico como nós, o nosso conhecimento do mundo tem historicidade. Ao ser produzido, o conhecimento novo supera outro que antes foi novo e se fez velho e se 'dispõe' a ser ultrapassado por outro amanhã. Daí que seja tão fundamental conhecer o conhecimento existente quanto saber que estamos abertos e aptos à produção do conhecimento ainda não existente. Ensinar, aprender e pesquisar lidam com esses dois momentos do ciclo gnosiológico: o em que se ensina e se aprende o conhecimento já existente e o em que se trabalha a produção do conhecimento ainda não existente. A 'do-discência' – docência-discência – e a pesquisa, indicotomizáveis, são assim práticas requeridas por estes momentos do ciclo gnosiológico.

Quando o professor adere à tecnologia para as suas aulas, ou inova no próprio processo de ensino-aprendizagem, as possibilidades de incentivar os alunos a explorarem sua capacidade de aprender, de serem criativos diante de novas situações, ou de serem cooperadores são ampliadas. As aulas, se bem planejadas, podem ser instigantes e desafiadoras.

É necessário transformar ações em conhecimento. A informação precisa ser interpretada pelo aluno. Este processo de interpretar, ou seja, de dar sentido à informação requer ações do conhecimento. Transformar a informação em conhecimento não é algo que acontece de forma espontânea. É preciso que as informações sejam trabalhadas conjuntamente em várias situações de aprendizagem, de modo que a prática esteja unida à teoria, e o aluno possa estabelecer relações, comparar, diferenciar, experimentar, analisar, atribuir significado e sistematizar os conceitos envolvidos num processo contínuo de (re) construção do conhecimento.

2.3 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA ESCOLHA DE UM ESTUDO DE CASO

Levando em consideração a escolha de um estudo de caso, algumas características estão presentes segundo PAZINATO e BRAIBANTE.

Desta forma de um lado o estudo de caso ruim é mecanicista, quando apresenta apenas descrição de fatos e destoadado da história, ou seja, não usa o interdiscurso, apresentando apenas uma história sem foco e indefinida. Outros aspectos são quando o caso não deixe claro o problema a ser discutido, não traz informações necessárias para o esclarecimento do caso, há ausência do ambiente com o qual o assunto ou organização estão envolvidos, ou ainda se for longo.

Por outro lado, quando o Estudo de Caso é identificado como bom, significa que possui qualidades, que desperte interesse e traga assuntos relevantes possibilitando que haja empatia entre os estudantes e os personagens centrais. No sentido da empatia, Bakhtin, aponta que:

Uma das correntes mais poderosas e provavelmente a mais elaborada da estética do século XIX, particularmente em sua segunda metade, e do início do século XX é aquela que interpreta a atividade estética como um ato de empatia ou vivenciamento empático. Aqui não estamos interessados na diversidade de facetas dessa corrente, mas tão somente no que há de essencial em seu pensamento sua forma mais genérica. O pensamento é o seguinte: o objeto de atividade estética - os produtos da arte, os fenômenos da natureza e da vida - é a expressão de algum estado interior; sua apreensão estética é um vivenciamento empático desse estado interior. Nesse caso, não é essencial para nós a diferença entre vivenciamento empático e empatia. (BAKHTIN, 2011, p. 56)

Ou seja, um bom estudo de caso promoverá tanto a empatia quanto o vivenciamento empático por parte do pesquisador. Além de explicar fatos claros e precisos, são abrangentes, e contém os dados dos quais os estudantes precisam para desenvolver seu raciocínio. As decisões dos discentes são tomadas mediante reflexão e situações atuais do mundo real. Por fim, os alunos disporão de atividades e de conteúdos que os colocarão em conflito, justamente para que possam aguçar suas competências para o potencial de estudo.

Dentre as principais estratégias utilizadas para a aplicação do método de Estudo de Caso podemos recorrer ainda a Herreid (1998), que elaborou um esquema de classificação sobre tais estratégias e sugeriu que os casos podiam ser explorados no ensino de ciências através da adoção, pelo professor, de alguns formatos envolvendo uma tarefa individual, em que o caso tem o caráter de uma tarefa que o aluno deve solucionar, que implica na elaboração posterior de uma explicação histórica dos eventos que conduziram à sua resolução. Bakhtin coloca que:

A essência da língua, de uma forma ou de outra, resume-se à criatividade espiritual do indivíduo. Aventaram-se, e continuam-se a aventar, outras variantes das funções da linguagem, mas o que permanece característico é não uma ignorância absoluta, por certo, mas uma estimativa errada das funções comunicativas da linguagem; a linguagem é considerada do ponto de vista do locutor como se este estivesse sozinho, sem uma forçosa relação com os outros parceiros da comunicação verbal. E, quando o papel do outro é levado em consideração, é como um destinatário passivo que se limita a compreender o locutor. (BAKHTIN, 2000, p. 291)

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Em função disso, a atividade proposta em sala de aula foi desenvolvida no 1º e 2º Bimestres do ano letivo de 2016 em uma escola da rede pública de João Pessoa, com uma turma de 17 alunos do 1º ano do ensino médio. Assim, em 8 aulas (45 minutos cada) cedidos pela professora regente da disciplina de química, solicitou-se que a turma se organizasse em grupos de quatro integrantes.

Este trabalho foi desenvolvido visando enfatizar a importância do método Estudo de Caso como gênero discursivo aplicado ao Ensino de Química. Buscou-se referenciais para elaboração, aplicação e avaliação de atividades desenvolvidas em sala de aula. Durante a observação inicial, houve intermédio discursivo sobre as alternativas propostas aos alunos da primeira série do ensino médio sobre o caso, com questionamentos que visaram ao estímulo, reflexão e argumentação das ideias dos alunos da escola em relação à resolução do caso. “De que forma” e “como” se obtiveram conhecimentos prévios para o bom entendimento do assunto acerca do assunto?

No primeiro encontro houve a exibição de uma reportagem a respeito do tema “Rio na Paraíba muda de cor após receber água poluída” (Anexo A). Em seguida foi apresentado à turma o texto “SOS: Água do Rio Gramame está azul” (Apêndice A), cuja leitura foi realizada pelos estudantes em uma roda de conversa. O qual conta a história da contaminação da água, em que os moradores dos arredores do rio relatam um fato que vem acontecendo com a poluição do Rio Gramame.

Tendo na aula anterior realizado a leitura compartilhada, iniciou-se na aula posterior a discussão sobre as problemáticas envolvidas no caso e as possibilidades preliminares de resolução, mesmo sem uma análise aprofundada dos dados. Em seguida com a formação de equipes para solução do caso foi realizada orientação para a busca de outras referências e informações relacionados ao tema. Através as informações já obtidas, aplicou-se um questionário referente ao tema em estudo.

Sendo um trabalho de cunho qualitativo-interpretativo, pusemos uma visita ao Rio Gramame e observação deste, em meio às suas águas que se achavam poluídas. Quanto ao caso, conta a história da contaminação da água, em que os moradores dos arredores do rio relatam um fato que vem acontecendo com a poluição do Rio Gramame. Este esclarecimento, para os discentes, veio a partir de

alguns experimentos e análises: pH, separação de mistura, toxicidade dos elementos químico, biodegradação, esgoto e tratamento da água.

3.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática foi dividida em oito etapas visando trabalhar os seguintes conteúdos específicos:

- Determinação do pH da água do Rio Gramame.
- Basicidade e acidez de substâncias químicas.
- Toxicidades dos elementos e substâncias químicas com ênfase na discussão da toxicidade de determinados compostos e sua destinação na natureza.
- Biodegradação: quanto tempo demora para que diferentes produtos sejam naturalmente degradados na natureza e porque uns demoram mais que outros.

A seguir está uma descrição das etapas.

1ª ETAPA

Objetivos: Incentivar os alunos a se familiarizarem com personagens e circunstâncias mencionadas no caso, compreendendo fatos, valores e contextos nele presentes com o intuito de solucioná-lo.

Recursos metodológicos: Apresentação de reportagem (Anexo A), Leitura compartilhada do texto SOS: ÁGUA DO RIO GRAMAME ESTÁ AZUL, (Apêndice A) e pesquisa orientada sobre informações relacionados ao tema em questão que sejam desconhecidos pelos alunos. Foi feita uma orientação para a busca em internet de outras referências sobre a temática tendo sido prévia identificado as reportagens (anexo B).

2ª ETAPA

Objetivos: Despertar discussão das informações obtidas pelos alunos. Os grupos efetuarão uma discussão com o objetivo de identificar qual o problema a ser resolvido.

Recursos metodológicos: Debate e aplicação de um questionário em sala de aula acerca dos materiais que os alunos trouxeram, com informações sobre a contaminação das águas do Rio Gramame (Apêndice B).

3ª ETAPA

Objetivos:

Identificar os impactos ao qual o ambiente aquático está sujeito.

Realizar a coleta de amostras de água do Rio Gramame em diferentes locais.

Recursos metodológicos: Visita ao Rio Gramame, em que os alunos poderão descobrir novos aspectos ambientais fora da sala de aula, incluindo a observação, registro de imagens e a realização de entrevistas as quais poderão ser de grande valia para a solução do estudo de caso.

4ª ETAPA

Objetivos: Determinar o pH da água e de outras substâncias encontradas no nosso cotidiano e identificar as consequências do ambiente aquático devido a alteração do pH.

Recursos metodológicos: Realização de um levantamento das concepções prévias dos alunos feito através de alguns questionamentos:

O que vem a mente de vocês quando se fala em substâncias ácidas e em substâncias básicas?

O que pode ser entendido como indicador ácido-base?

As respostas coletadas foram anotadas no quadro com a proposta de se fazer uma relação entre elas.

O próximo passo foi a realização do experimento “Identificando ácidos e bases através do indicador universal” (Anexo D). O indicador utilizado foi a fita de pH é uma fita que apresenta diversos quadradinhos, quando embebida em uma solução cada quadrado muda para uma cor diferente, essas cores são comparadas com uma escala que vem impressa na embalagem podendo medir o pH com mais precisão em faixas menores de pH.

Após a realização dos experimentos os alunos irão tentar relacionar os dados do experimento para solucionar um problema real do Rio Gramame.

5ª ETAPA

Objetivos: Estimular os alunos para montarem uma roda de conversa, onde haveria um destaque para os elementos cuja toxicidade é preocupante para o meio ambiente. Estas caixinhas confeccionadas pelos alunos, além do símbolo poderia conter também uma imagem exemplificando a principal fonte de contaminação do referido elemento.

Conhecimentos gerais passíveis de serem abordados, com a respectiva justificativa.

Toxicidades dos elementos e substâncias químicas: discussão da toxicidade de determinados compostos e sua destinação na natureza;

Recursos metodológicos: materiais didáticos, e seminários temáticos com caixas de papelão.

6ª ETAPA

Objetivos: Determinar a biodegradabilidade de materiais diversos, de forma a: ilustrar a dificuldade de degradar alguns materiais; ilustrar como a degradação acontece; mostrar que, por ser a degradação um processo difícil, uma ação responsável é dispor corretamente dos resíduos e, se possível, reciclá-los.

Recursos metodológicos: Exibição do vídeo “A história das coisas” com duração de 20 minutos.

7ª ETAPA

Objetivos: Promover interação professor-aluno através e como as técnicas de separação de misturas são aplicadas nos sistemas de tratamento de água.

Recursos metodológicos: Experimento que simulava o tratamento de água que ocorre em estações e ajuda a lembrar técnicas de separação de misturas (Anexo C). Este experimento foi trazido pelos alunos.

8ª ETAPA

Objetivos: Promover debate entre os grupos sobre as possíveis soluções definidas. Para cada possível solução um grupo será a favor e o outro contra. Após 15 minutos de debate os grupos foram invertidos, o grupo contra, passou a ser a favor e vice-versa.

Recursos metodológicos: Resgate dos questionamentos aplicados nas aulas anteriores, dialogando as respostas e ampliando os conteúdos, esses conhecimentos prévios subsidiaram os conceitos necessários para a resolução do estudo de caso, ao qual, a proposta inicial foi na divisão da turma em 3 grupos e ao ser apresentado e entregue novamente o estudo de caso cujo o nome “SOS: ÁGUA DO RIO GRAMAME ESTÁ AZUL”(Apêndice A). Desta forma, foi informado aos grupos que analisassem com o objetivo de identificar qual o problema a ser resolvido.

3.2 AVALIAÇÃO SOBRE OS OBJETIVOS ALCANÇADOS PELA METODOLOGIA DO ESTUDO DE CASO

Com o objetivo de identificarmos que habilidades foram contempladas pela atividade, um instrumento declarativo de avaliação foi proposto para ser aplicado pelos alunos em função dos objetivos a serem alcançados.

O instrumento constava de dez afirmações (Apêndice C), montadas em uma escala de Likert, essa escala teve como criador Rensis Likert em 1932. A Escala Likert não só mede atitudes, mas também os comportamentos utilizando opções de resposta que variam de um extremo a outro (por exemplo, de nada provável para extremamente provável). O instrumento apresentava cinco opções de respostas, a saber: discordo fortemente (DF), Discordo (D), Indeciso (I), Concordo (C) e concordo fortemente (CF). Além disso, o instrumento contava com a opção de comentar cada afirmação. Os comentários sobre a percepção dos estudantes com respeito ao desenvolvimento de suas habilidades, de acordo com o método de estudo de caso, foram analisados utilizando a Análise Textual Discursiva (ATD). A Análise Textual Discursiva (MORAES, 2003; MORAES; GALIAZZI, 2006, 2011), se caracteriza como “/.../ uma abordagem de análise de dados que transita entre duas formas consagradas de análise de pesquisa qualitativa, que são a análise de conteúdo e análise de discurso.”. (MORAES; GALIAZZI, 2006, p. 118)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A PROPOSTA APLICADA

Com base nos relatos escritos pelos alunos no final das atividades, verificamos que o trabalho com o caso os estimulou a pesquisar informações sobre tema poluição das águas do Rio Gramame e assuntos de química do ensino médio a ele correlacionados, conforme revela o seguinte trecho de um aluno: “Para achar a solução [do caso] fizemos várias pesquisas, como tratamento de água poluída, Rio Gramame, esgoto, poluição, biodegradação e toxicidade.”

A capacidade de buscar informações que estejam diretamente vinculadas aos problemas sociais que afetam direta ou indiretamente o indivíduo é uma competência essencial na formação do educando para o exercício da cidadania. Conforme Santos e Schnetzler (2003), para que o indivíduo possa efetivar sua participação na sociedade e posicionar-se quanto ao encaminhamento das soluções para os problemas que a afetam, é necessário que disponha de alguns conhecimentos técnicos relacionados ao assunto em questão. Aprender a buscar tais conhecimentos é um importante aprendizado que foi favorecido com a aplicação do método de estudo de casos. A pesquisa bibliográfica é, de fato, uma das características centrais desse método, uma vez que requer que o próprio estudante acesse, avalie e use as informações para solucionar os problemas (SÁ E QUEIROZ, 2009).

No que se refere à capacidade de compreender o papel dos agentes causadores de poluição na hidrosfera, observamos que os estudantes reconheceram os principais causadores de perturbações nos ambientes aquáticos e compreenderam como estes desencadeiam os impactos ambientais. Tais conteúdos foram sendo apropriados à medida que eles se engajavam no estudo do caso em foco e na busca de soluções para este. Esses aspectos podem ser percebidos nos trechos a seguir:

Encontramos algumas informações importantes como que algumas substâncias podem afetar qualquer organismo vivo, dependendo de suas características químicas, da quantidade absorvida ou ingerida, do tempo de exposição [...]. (FALA DE UM ALUNO)

Percebe-se que a proposta possibilitou discutir os conteúdos científicos a partir do estudo dos temas sociais. Cabe ainda destacar que, no contexto de uma educação voltada para cidadania, os conceitos científicos também são valorizados, uma vez que estes servem como informações mínimas para que os alunos direcionem suas ações na busca de soluções para os problemas (SANTOS E SCHNETZLER, 2003). Os problemas, os dilemas, os casos a serem solucionados são, nessa metodologia, o elemento central do processo de aprendizagem. Conforme Santos (2007), para a contextualização pedagógica dos conteúdos científicos, deve-se partir de situações problemáticas reais e buscar o conhecimento para entendê-las e, então, solucioná-las.

Essa contextualização tem um papel importante no sentido de fazer com que o aluno se sinta comprometido e envolvido com o processo educativo. Conforme demonstram os trechos a seguir, as situações problemáticas reais foram para os alunos um fator motivador que instigou sua curiosidade ou ainda um elemento desafiador: “Ao falarmos de poluição dos rios, mortandades de peixes e camarões, começamos a imaginar: o que poderia estar causando isso?”

Outro aspecto ressaltado pelo PCNEM+ (Brasil, 2002), e contemplado na aplicação do caso, foi o desenvolvimento da capacidade de “avaliar a dimensão da poluição presentes nas águas do rio provocadas por ação humana para desenvolver ações preventivas ou corretivas” (p.102). Analisar as situações problemáticas com base nas informações pesquisadas sobre o tema, levantar hipóteses, avaliar as possíveis causas do problema e tomar decisões diante de potenciais formas de solucioná-lo são habilidades requeridas e desenvolvidas durante o estudo de caso. O trecho dos relatos, a seguir, revela como esses processos foram vivenciados pelo aluno:

[...] Primeiro pesquisando em sites da internet, buscando fotos e notícias sobre casos apresentado, de início já chegamos à conclusão de que algumas indústrias que se encontra instaladas nas proximidades, poderia ser uma das principais causas da mortandade naquele rio. (RECORTE DE FALA DE UM ALUNO)

[...] Mas não tínhamos totalmente certeza. Então percebemos outra coisa importante que não havíamos notado antes, se ao redor do pesqueiro poderia estar ocorrendo uma contaminação por esgotos dessas indústrias [...]. (RECORTE DE FALA DE UM ALUNO)

[...] Mas com uma visita feita ao rio percebemos havia registro comprovando o encontro de esgotos no rio, voltamos ao primeiro passo. [...] Chegamos a essa conclusão, que o despejo de alguns poluentes tóxicos que vem causando mortalidade dos animais aquáticos. [...] para que isso não ocorra novamente, os donos das indústrias tem que tomar consciência de que existe do rio em relação aos esgotos, e o governo deveria fiscalizar os poluentes presentes desse caso'. (RECORTE DE FALA DE UM ALUNO)

O caso proposto nessa atividade, na medida em que colocou em foco questões de natureza sócio científica, propiciou a articulação entre os conteúdos científicos e seu contexto de estudo, fazendo com que os alunos pudessem melhor compreender o mundo social no qual estão inseridos e desenvolvessem sua capacidade de tomada de decisão com maior consciência e responsabilidade, comprometendo-se com a cidadania planetária (SANTOS, 2007).

Na resolução do caso, dois grupos apontaram como causa da mortandade de peixes e crustáceos apresentados nas águas que é provocada pelos resíduos; o terceiro grupo considerou o problema da mortandade como decorrente do processo normalmente de origem antrópica (provocado pelo homem), ou raramente de ordem natural, tendo como princípio básico a gradativa concentração de matéria orgânica acumulada nos ambientes aquáticos.

Para solucionar o problema, os estudantes pesquisaram, analisaram as implicações decorrentes de suas decisões e, então, indicaram algumas alternativas, tanto corretivas quanto preventivas como exemplificam os trechos a seguir: “Os esgotos devem ser canalizados, tratados para que no futuro não haja uma contaminação por esgotos.” (FALA DE ALUNOS).

A divergência quanto à identificação e solução do caso foi colocada em foco durante uma roda de conversa que ocorreu no final da atividade, no qual os estudantes puderam desenvolver suas habilidades argumentativas, também relevantes para sua participação ativa como cidadãos.

4.2 AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES SOB A ÓTICA DOS DISCENTES

Dos 17 estudantes que participaram das atividades, 16 responderam ao questionário de avaliação. Os resultados estão expressos na Tabela 1, a qual demonstra o reconhecimento, por parte dos alunos, do aprimoramento de algumas habilidades no decorrer do processo de estudo do caso.

TABELA 1 – Respostas dos discentes aos questionamentos sobre o estudo de caso aplicado.

ITEM	HABILIDADES	CONCORDO FORTEMENTE	CONCORDO	INDECISO	DISCORDO	DISCORDO FORTEMENTE
1	Aperfeiçoei a capacidade de comunicação oral.	27,3%	20,5%	19,5%	18,3%	14,4%
2	Melhorei a capacidade de comunicação escrita	34,4%	22,5%	21,6%	14,3%	7,2%
3	Aprimorei a capacidade de realizar trabalhos em grupos	67,8%	18,3%	11,8%	1,7%	0,4%
4	Desenvolvi a capacidade de investigação na busca de soluções para resolver problemas.	75,0%	15,5%	5,4%	3,0%	1,1%
5	Desenvolvi minha capacidade de argumentação	65,0%	10,3%	7,4%	15,7%	1,6%
6	Desenvolvi minha capacidade de persuasão na apresentação de minhas conclusões.	93,7%	3,4%	1,2%	1,0%	0,7%
7	Compreendi a forma como a ciência é construída.	22,3%	15,7%	18,3%	25%	18,7%
8	Desenvolvi a capacidade de tomar decisões diante de problemas da vida real	55,1%	16,3%	12,5%	12,5%	3,6%
9	Consegui relacionar problemas ambientais e os sistemas de produção	68,0%	19,1%	5,4%	5,0%	2,5%

Fonte: Elaboração Própria. 2016.

O item 1 está relacionado ao aprimoramento das habilidades de comunicação oral. Apenas 27,3% dos estudantes registraram Concordo Fortemente e 20,5% de Concordo. Este item pode ser justificado pelo fato de somente um dos integrantes do grupo ter apresentado oralmente a solução do caso. Ou seja, provavelmente alguns estudantes ficaram em dúvida quanto ao desenvolvimento da habilidade mencionada nesse item, haja vista que não tiveram oportunidade de expor oralmente a resolução do caso, resultado que vem ao encontro daquele indicado por Sá (2010) e Velloso (2009) em suas pesquisas com o uso do método de estudo de casos no ensino superior de química.

Já para o item 2, as respostas foram de 34,4% e 22,5% para Concordo Fortemente e Concordo, respectivamente. Tais resultados sugerem que as várias oportunidades de discussão oferecidas aos estudantes durante a aplicação da proposta contribuíram para o aperfeiçoamento das suas habilidades de capacidade de comunicação escrita.

Em contraponto, a capacidade de realizar trabalhos em grupo (item 3) foi percebida de forma bastante positiva pelos estudantes, com percentual de 67,8% de Concordo Fortemente, indicando que a solução do caso foi buscada coletivamente. De fato, no processo de resolução do estudo de caso, os estudantes são estimulados a discutir com o grupo, dividir tarefas, respeitar a opinião do outro, argumentar e procurar justificativas para suas opiniões e negociar consenso.

O item 4, representa o desenvolvimento da capacidade de investigação na busca de soluções para resolver problemas, verifica que 75 % dos estudantes Concordaram Fortemente e apenas 4% Discordaram.

No item 5, que se relaciona ao aprimoramento da habilidade de argumentação, verifica-se que 65% dos estudantes registraram respostas Concordo Fortemente. Apesar da ocorrência de 17,3% de estudantes que discordaram da afirmação contida nesse item, o resultado indica a efetividade da proposta no desenvolvimento dessa habilidade, apontada por especialistas da área de ensino de química como pouco estimulada na educação básica (CHARTIER, 2002).

O item 6 está vinculados ao desenvolvimento da capacidade de persuasão na apresentação de minhas conclusões, verifica-se um alto índice de respostas Concordo Fortemente: 93,7%. Essa alta porcentagem reflete a ativa participação dos estudantes na busca de solução para o caso.

No que se refere ao entendimento de como a ciência é construída (item 7), os estudantes manifestaram um expressivo número de respostas Discordo e Discordo Fortemente (43,7%), o que sugere a necessidade de se abordar tal aspecto de forma mais central no contexto escolar.

O item 8, relacionado ao desenvolvimento da capacidade de tomar decisões diante de problemas da vida real, apresentou 12,5% de respostas de indecisos e o mesmo percentual de respostas na opção de apenas Discordo. Esse fato sugere a percepção dos estudantes quanto à alta complexidade envolvida no processo de tomada de decisão, que não seria favorecido unicamente por meio da proposta de ensino.

O item 9, relacionando problemas ambientais e os sistemas de produção, apresentou 5% de discordo e 2,5% de repostas discordo fortemente. Esse fato representa que os alunos estão cada vez mais atentos sobre o consumo exagerado de bens materiais e o impacto agressivo que esse consumo vem acabando com o meio ambiente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os principais objetivos que elencamos com a aplicação de estudos de caso, estão: auxiliar os estudantes na interpretação de textos, fazê-los compreender, acessando a memória e o interdiscurso, e ao mesmo tempo promover a capacidade de identificação e resolução de problemas. Nosso trabalho busca, além de possibilitar melhoria para o Ensino de química, confir caráter científico na medida em que há aplicação dos conteúdos de Química. Através dos resultados obtidos, percebemos que atingimos esses propósitos de melhoria na qualidade da educação. O Estudo de Caso é, dessa forma, um método que exige leitura e interpretação para que se possa compreender o problema proposto.

Compreendemos que ideias e argumentos são aplicados e apresentados de forma clara, os quais por necessidade precisam ser entendidos pelos estudantes para que estes possam sistematizar os próximos passos de suas pesquisas. Esta metodologia adotada de ensino-aprendizagem propiciou um ambiente de interação entre os estudantes na busca de respostas que solucionassem os problemas presente no estudo de caso sobre a poluição do Rio Gramame. Eles propuseram hipóteses, pesquisaram em diferentes fontes, inclusive livros, debateram sobre as

possibilidades causíficas dos sintomas da personagem, para enfim formularem suas respostas e soluções para o caso.

Desta forma, fica evidente que, através da análise e julgamento das informações obtidas, de igual modo através da capacidade de tomada de decisões para a proposição de respostas e soluções para o caso, esta atividade proporcionou a aplicação dos conhecimentos químicos em situações reais, as quais muitas vezes faziam parte da rotina dos próprios estudantes. Outra vantagem da estória narrada no caso aplicado foi à identificação da turma com os problemas vivenciados pela população que estava sofrendo pelos problemas encontrados decorrentes da poluição no Rio.

Pôs-se em pauta as intervenções do alunado, o que permitiu a discussão e a reflexão dos estudantes em relação aos seus hábitos alimentares. A decorrência do Caso em questão possibilitou para a maior parte dos alunos esclarecimentos e maior compreensão sobre este tema da poluição e corporificou-se o significado de conteúdos e conceitos abordados em aula, contribuindo para um ensino voltado para o desenvolvimento pessoal com a aplicação dos conteúdos de Química em situações cotidianas. Fatores como este e outros favoreceram a aprendizagem dos conteúdos de Química.

O método Estudo de Casos qualificou o trabalho em grupo, a capacidade de tomada de decisão por parte dos alunos e a interpretação de problemas reais, desta forma concretizando os objetivos que foram traçados no momento da escolha da temática e metodologia de ensino. Esperamos, portanto, com esse trabalho, contribuir com mais uma proposta de utilização do Estudo de Casos no nível médio, ensino de Química, bem como para professores que estejam procurando estratégias de ensino inovadores e potentes.

REFERÊNCIAS

- BAKHTIN, M. **Estética da Criação Verbal**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- BARELL, J. **Problem-Based Learning. An Inquiry Approach**. Thousand Oaks: Corwin Press. 2007.
- BARROWS, H. S. **A Taxonomy of Problem-Based Learning methods**. Medical Education, v.20, p. 481-486, 1986.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ ensino médio: **orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.
- CHARTIER, R. **Os desafios da escrita**. São Paulo: Ed. Unesp, 2002.
- CUNHA, L.M.A. **Modelos Rasch e Escalas de Likert e Thurstone na medição de atitudes**. 2007. 78f. Dissertação (Mestrado em Probabilidades e Estatística) - Universidade de Lisboa Faculdade de Ciências, Lisboa, 2007.
- DELISLE, R. **Como realizar a Aprendizagem Baseada em Problemas**. Porto: ASA, 2000.
- DELIZOICOV, D. **Conhecimento, tensões e transições**. 1991. 214 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.
- DELIZOICOV, D. **La educación en ciencias y la perspectiva de Paulo Freire**. Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 37-62, 2008. Disponível em: <http://www.ppgect.ufsc.br/alexandriarevista/numero_2/artigos/demetrio.pdf>. Acesso em: 10/08/2016.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. Saberes necessários à prática educativa. 27. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- HERREID, C.F. Case studies in science – A novel method of science education. **Journal of College Science Teaching**, v. 23, n.4, p. 221-229, 1994
- LAMBROS, A. **Problem-Based Learning in Middle and High School Classrooms – A Teacher’s Guide to Implementation**. Thousand Oaks: Corwin Press, Inc. 2004.
- MORAES, R; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Editora Unijuí, 2011.

_____. Análise textual discursiva: processo construído de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v.9, n. 2, p.191-211, 2003.

PAZINATO, M.S. BRAIBANTE, M.E.F. O Estudo de caso como estratégia metodológica para o ensino de química no nível Médio. **Revista Ciências & Ideias**, vol. 5, n. 2. mai/ago, 2014.

SANTOS, W.L.P. e SCHNETZLER, R.P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 3. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

SÁ, L.P. e QUEIROZ, S.L. **Estudo de caso no ensino de química**. Campinas: Átomo, 2009.

SANTOS, W.L.P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, p. 1-12, 2007.

SÁ, L.P. **Estudo de casos na promoção da argumentação sobre questões sócio científicas no ensino superior de química**. 2010. 278f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

SÁ, L.P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S.L. Estudos de caso em Química. **Quim. Nova**, Vol. 30, No. 3, 731-739, 2007.

SHERFIELD, R. M; MONTGOMERY, R.J; MOODY, P.G, (2004). **Case studies for first year: an odyssey into critical thinking and problem solving**. New jersey: Pearson.

VELLOSO, A.M.S. **Casos investigativos no ensino de corrosão: estratégia para o desenvolvimento de habilidades argumentativas de alunos de graduação em química**. 2009. 119f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

VENTURA, M. M. **Estudo de Caso como Modalidade de Pesquisa**. Rev SOCERJ. 2007; 20(5):383-386 set/out.

WATERMAN, M.A.; Investigative case study approach for biology learning. **Bioscene – Journal of College Biology Teaching** , v. 24, n. 1, p. 3-10, 1998.

APÊNDICES

Apêndice A – Texto narrativo utilizado para apresentação do caso

SOS: ÁGUA DO RIO GRAMAME ESTÁ AZUL

O Rio Gramame localizado na divisa da grande João Pessoa e a cidade do Conde tem sofrido nos últimos tempos problemas ambientais. Ao longo da bacia encontram-se várias comunidades que fazem uso dos recursos pesqueiros, sendo esse ambiente de grande importância para sua subsistência, no entanto, apresenta alto grau de exploração e contaminação.

Durante muito tempo os moradores das comunidades se serviram de suas águas, para banho, lavagem das roupas, e até mesmo para preparação de alimentos. Em certo dia, os moradores dos arredores perceberam que as águas do rio estavam tingidas com uma cor azul e sentiram-se muito prejudicados por causa disso. Vejam o relato a seguir.

Um grupo de amigos estavam reunidos para festejar o Natal, quando receberam um grande susto:

Julieta: - Pessoal, vocês não sabem! O rio mudou de cor!

Pedro: - Ôxe, o que pode estar causando essa coloração azulada das águas do rio, já que ele é sempre barrento?

Maria: - O que, menina?

Julieta: - Sério gente! Venham ver, o rio tá azulado e fedendo, vi até uns peixes boiando n'água, acho que pode ser do esgoto!

Pedro: - Sim, Julieta. Pode ser do esgoto das indústrias, mas o rio não apresenta apenas esses tipos de sujeiras e tudo isso tá afetando até a vida dos peixes e até mesmo dos camarões. Vamos lá para verificarmos!

Ao chegarem lá, puderam se deparar com uma situação lamentável! Água estava azul, havia muitos peixes boiando e realmente o cheiro estava bastante desagradável, parecia com cheiro de animal apodrecido.

Pedro: - Nossa! Todo o lixo das usinas, esgoto doméstico, agrotóxicos e das empresas circunvizinhas estão sendo jogados no Rio. Coitado do nosso Rio, ele está morrendo!

Maria: Além disto, é que há uma grande quantidade de lixo que está sendo jogada de forma errada, como: materiais de limpeza, óleo diesel, plásticos, latas etc. A água parece que têm detergentes, fica cheia de espumas.

Julieta: - Pessoal, temos que fazer alguma coisa!!!

Maria: Eu concordo, vamos nos organizar e conversar com nossos colegas.

Julieta: Sim, vamos à luta para salvar o rio!

Vamos ajudar este grupo!

Precisamos identificar o que está causando este problema.

- **Conhecer um pouco mais sobre este Rio (localização, empresas que estão no seu entorno etc)**
- **Investigar a real causa da coloração da água e da mortandade dos peixes?**

Quais os experimentos que poderíamos sugerir, para avaliar a causa desta poluição?

Apêndice B – Questionário aplicado referente aos conhecimentos que foram adquiridos pela pesquisa orientada após a 2ª etapa

1) Será que essa água despejada no rio foi o único motivo para ter havido essa poluição? Vamos reler os textos e descobrir os indícios?

2) O Rio Gramame, que naturalmente tem uma cor mais barrenta, apresentou um tingimento azul. A cor está relacionada com algum tipo de elemento químico? Qual pode ter sido esse produto?

3) Com relação a um elemento químico ser mais pesado ou mais leve que outro, de que forma isso pode determinar na coloração azul da água?

4) Vamos em busca dos elementos mais tóxicos e poluentes, com a Tabela Periódica, para deduzirmos quais deles podem ter afetado a água. Quais foram? E Quantos?

5) Vamos fazer um teste em Sala de aula? Cada um pegue um pequeno pote com água, e despeje apenas uma quantidade de corante. Vejamos como a água vai reagir. O que isso significa?

Apêndice C – Questionário de avaliação quanto à sequência didática aplicada aos discentes do ensino médio.

ITEM	HABILIDADES	CONCORDO FORTEMENTE	CONCORDO	INDECISO	DISCORDO	DISCORDO FORTEMENTE
1	Aperfeiçoei a capacidade de comunicação oral.					
2	Melhorei a capacidade de comunicação escrita					
3	Aprimorei a capacidade de realizar trabalhos em grupos					
4	Desenvolvi a capacidade de investigação na busca de soluções para resolver problemas.					
5	Desenvolvi minha capacidade de argumentação					
6	Desenvolvi minha capacidade de persuasão na apresentação de minhas conclusões.					
7	Compreendi a forma como a ciência é construída.					
8	Desenvolvi a capacidade de tomar decisões diante de problemas da vida real					
9	Consegui relacionar problemas ambientais e os sistemas de produção					

Fonte: Elaboração Própria. 2016.

ANEXOS

ANEXO A – Reportagem utilizada para a apresentação do texto no caso

Da Redação
26/11/2015

Água tinha coloração azul e cheiro de veneno, segundo pescador. Sudema diz que monitora bacia.

André Resende

Do G1 PB

Figura 2. Rio Gramame Poluído



Fonte: Sérgio Santos/Arquivo Pessoal.

Rio na Paraíba muda de cor após receber água poluída, diz pescador: Água tinha coloração azul e cheiro de veneno, segundo pescador. Sudema diz que monitora bacia.

Um caso nos últimos dias preocupou a população paraibana: O Rio Gramame, que naturalmente tem uma cor mais barrenta, apresentou no domingo um tingimento azul.

ANEXO B – Uma coloração Diferente: seria fator químico?

As águas do Rio Gramame, na divisa de João Pessoa com a cidade do Conde, estão tingidas com uma substância azul.

DENÚNCIA: A denúncia da contaminação da água do rio foi feita pelo pescador *Sérgio Santos* no domingo (22), por meio do seu perfil em uma rede social. O pescador fez fotos e vídeos mostrando o rio com uma coloração diferente e publicou no seu perfil em uma rede social. Até ontem, terça-feira (24), as fotos tinham sido compartilhadas mais de 22 mil vezes.

De acordo com Sérgio Santos, a água azulada é despejada por um canal, que, segundo ele, é proveniente de uma das empresas instaladas no Distrito Industrial de João Pessoa. “Além da cor, muito diferente da cor natural do rio, a água tem um cheiro muito forte de veneno. Os peixes já morreram há muito tempo, mas dessa vez até os camarões, que são mais fortes, não aguentaram a poluição”, lamentou o pescador, de 31 anos.

Por conta dos problemas ambientais encontrados no Rio Gramame, um Fórum Permanente de Proteção do Gramame foi formalizado nesta terça-feira (24). Entre os órgãos que constituem o fórum estão o Ministério Público Federal, o Ministério Público da Paraíba, o Ministério Público do Trabalho (MPT), a Secretaria de Meio Ambiente do Município de João Pessoa (Semam), a Superintendência de Administração do Meio Ambiente (Sudema), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (Ibama), a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (Cagepa), a Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

As ONGs que lutam pela preservação da bacia do Gramame, como a Escola Viva Olho do Tempo (Evot), também integram o Fórum, assim como as indústrias têxteis, instaladas nas proximidades do Rio Gramame, que devem colaborar com as ações propostas no fórum. De acordo com Maria Bernadete Gonçalves, presidente da Evot, ficou acordado com a UFPB uma análise da qualidade da água do Gramame e, a partir do relatório da pesquisa, serão definidas novas ações.

A proposta para o diagnóstico e monitoramento ambiental das bacias dos rios Gramame e Abiaí vai custar cerca de R\$ 654 mil, no sentido de criar uma base de dados sobre os principais problemas que estão interferindo na qualidade da água

que abastece a Grande João Pessoa. A execução do projeto começa a partir de janeiro de 2016.

Figura 3_ Rio com sujeiras



Foto: Sérgio Santos/Arquivo Pessoal

1 Um fator Intrigante: será que essa água despejada no rio foi o motivo para ter havido essa poluição? Tudo indica que sim!

O presidente da Associação Paraibana dos Amigos da Natureza (Apan), *Augusto Almeida*, comentou que uma iniciativa semelhante foi feita em meados de 2005, durante uma reunião promovida pelo Ministério Público com os pescadores do Gramame, representantes das empresas têxteis da área e professores da UFPB.

“Na época, os pesquisadores da UFPB encontraram um nível de contaminação altíssimo na água, com presença até de metais pesados. Apesar do relatório, nada foi feito na época pelos poderes públicos e agora, dez anos depois, nos deparamos com a mesma situação”, comentou.

Ainda de acordo com Augusto Almeida, a associação deve se reunir com os demais movimentos ligados à defesa e preservação do Rio Gramame para propor uma Ação Civil Pública ao Ministério Público da Paraíba.

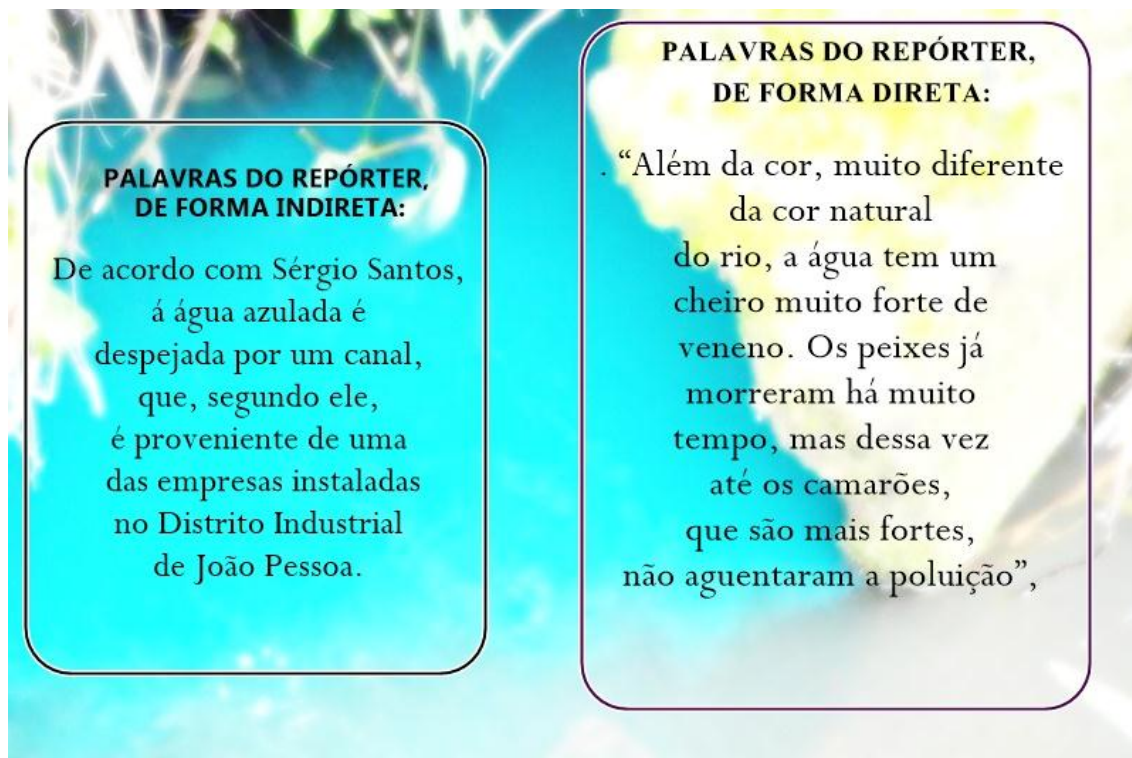
Durante a criação do Fórum Permanente de Proteção do Rio Gramame, foi assinado um termo de cooperação técnica entre as instituições com o objetivo de realizar um diagnóstico ambiental das bacias dos rios Gramame e Abiaí, duas das quais abastecem a região metropolitana de João Pessoa.

2 Uma providência deve ser tomada?

Até que seja tomada alguma providência por parte dos órgãos competentes, Sérgio Santos vai continuar sem poder utilizar o Rio Gramame para pescar, como ele costumava fazer desde pequeno, quando tinha cinco anos e ajudava sua mãe com o trabalho de pesca. “Eu me criei no rio. Cresci pescando no Gramame. A gente vivia do rio, mas hoje não tem mais como pescar. A quantidade de camarão no inverno de antes dava para a gente passar cinco, seis meses. A pesca de peixe vem de um rio perto daqui, que continua limpo ainda, mas não sabemos até quando, porque uma indústria de cimento se instalou perto. Não sabemos até quando teremos esse rio também”, concluiu.

A Coordenadoria de Medições Ambientais (CMA) da Superintendência de Administração do Meio Ambiente (Sudema) enviou uma equipe de fiscalização ao local na segunda-feira (23). “Essa região do Gramame já tem todo um histórico de monitoramento e se mantém dentro da legislação que atende ao enquadramento do rio”, declarou o coordenador João Miranda.

Falas do Pescador:



ANEXO C – Experimento que simula o tratamento de água que ocorre em estações e revisa técnicas de separação de misturas

Objetivo: Mostrar aos alunos como as técnicas de separação de misturas são aplicadas nos sistemas de tratamento de água.

Materiais e reagentes:

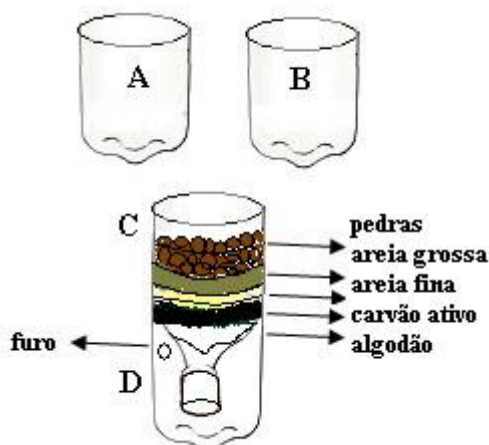
- 3 garrafas de refrigerante de 2 L;
- Areia fina;
- Areia grossa;
- Pequenas pedras bem lavadas (se estiverem sujas, o resultado do experimento será comprometido);
- Carvão ativo;
- Algodão;
- Terra;
- Água;

- Solução de sulfato de alumínio saturada (o sulfato de alumínio pode ser encontrado em locais que comercializam materiais para piscina);
- Solução de hidróxido de cálcio saturada (a cal hidratada, ou hidróxido de cálcio, pode ser encontrada em lojas de materiais de construção e deve ser manuseada com cuidado. Para obter a sua solução, basta adicionar pequenas quantidade de cal hidratada à água);
- Colheres plásticas.

Procedimento Experimental:

1. Corte as garrafas pela metade, de modo a formar os recipientes da ilustração abaixo. A garrafa D deve ter um orifício lateral próximo à parte superior. Tenha cuidado ao cortar as garrafas. As extremidades que podem ser cortantes devem ser envolvidas com uma fita adesiva, de preferência.

2. Arrume o filtro na parte C conforme o esquema abaixo (de baixo para cima: 10 cm de algodão seco, 1 camada fina de carvão ativo, camada de 2cm de espessura de areia fina, 2 cm de espessura de areia grossa e 4 cm de pedras). Lembre-se que o filtro deve estar úmido antes de iniciar o experimento;

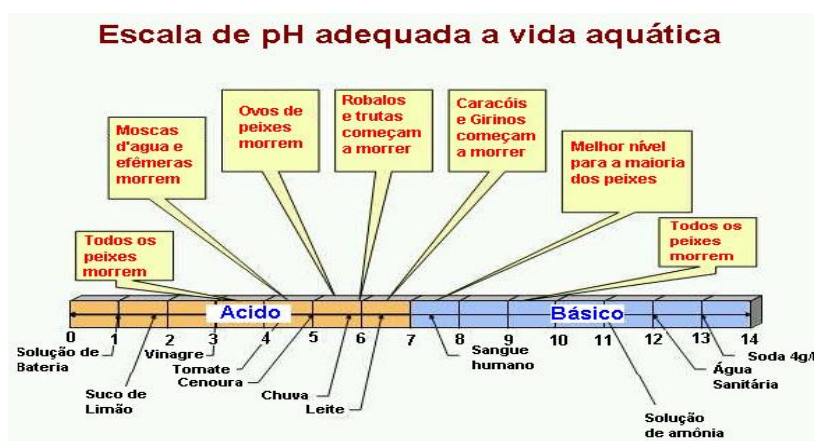


3. Misture uma colher de terra com 100 mL de água no recipiente A;
4. Aguarde 5 minutos e despeje o líquido da fase superior no recipiente B;
5. Adicione 1 colher cheia de sulfato de alumínio e uma de hidróxido de cálcio sob agitação ao recipiente B;
6. Deixe o recipiente em repouso e observe o que ocorre após alguns minutos;
7. Transfira o líquido da fase superior para o recipiente C (filtro em camadas);
8. Recolha o filtrado no recipiente D.

ANEXO D – Experimento para identificar ácidos e bases através do indicador universal

O Potencial Hidrogeniônico (pH) consiste num índice que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio qualquer. As substâncias em geral, podem ser caracterizadas pelo seu valor de pH, sendo que este é determinado pela concentração de íons de Hidrogênio (H^+). Quanto menor o pH de uma substância, maior a concentração de íons H^+ e menor a concentração de íons OH^- . Os valores de pH variam de 0 a 14, conforme classificação abaixo:

Figura 4 - Escala de pH aquática



Fonte: André Souza/ 2014

Valores abaixo de 0 e acima de 14 são possíveis, porém muito raros e não podem ser medidos com as sondas normais. O pH de uma substância pode variar de acordo com sua composição, concentração de sais, metais, ácidos, bases e substâncias orgânicas e da temperatura.

Indicadores são substâncias utilizadas para saber se uma solução apresenta um pH ácido, básico ou neutro, ou seja, revelam a presença de íons hidrogênio livres em uma solução, eles mudam de cor em função da concentração de H^+ e de OH^- de uma solução, ou seja, do pH. Geralmente as soluções indicadoras servem apenas para indicar se as soluções se encontram nessas faixas de pH, e não para identificar exatamente o pH da solução.

Objetivo: Determinar o pH da água e de outras substâncias encontradas no nosso cotidiano e identificar as consequências do ambiente aquático devido a alteração do pH.

Materiais e reagentes:

- Indicador Universal;
- Água de torneira;
- Água do Rio Gramame;
- 8 copos transparentes;
- caneta e etiquetas para enumerar os copos;
- limão;
- vinagre;
- sabão em pó;
- água sanitária;
- detergente;
- leite;

Procedimento experimental:

1. Enumere cada um dos copos;
2. Acrescente nos copos 1 a 8 as seguintes substâncias, na respectiva ordem:,
água sanitária, sabão em pó, água da torneira, água do Rio Gramame, leite,
detergente, vinagre e limão.
3. Observe as cores das soluções.
4. Compare com a escala de pH da vida aquática.