

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

CLAUDIA BRITO DA SILVA

**ESTUDO DE CASOS:
UM ENSINO CONTEXTUALIZADO SOBRE CORROSÃO**

Porto Alegre, junho 2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

CLAUDIA BRITO DA SILVA

**ESTUDO DE CASOS:
UM ENSINO CONTEXTUALIZADO SOBRE CORROSÃO.**

Trabalho de conclusão apresentado junto à atividade de ensino “Seminários de Estágio” do curso de Química, como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado em Química.

Profa. Doutora Tania Denise Miskinis Salgado
Orientadora

Porto Alegre, junho de 2011.

Agradecimentos

“Porque Deus é quem dá o crescimento...”. (1 COR 3:7). Portanto, agradeço:

A Deus, presença constante em minha vida, nos momentos mais difíceis, ele estava e está sempre ao meu lado, assim como na efetivação deste trabalho.

Agradeço a minha querida mãe pelo amor, pela compreensão, pelo sustento, apoio constante que tenho recebido, por proporcionar a mim uma educação exemplar, norteada pela honestidade.

A minha irmã Silvia e aos meus sobrinhos Daniela e Misael pelo apoio carinho e compreensão.

A minha orientadora Tania Denise Miskinis Salgado pela oportunidade de realizar este trabalho e por toda a atenção fornecida.

Ao meu querido amigo Marcus pelo apoio nas horas difíceis, pelos momentos de estudos e conversas, pela amizade sincera durante todo esse tempo de convívio.

Aos colegas do laboratório K-215 do Instituto de química da UFRGS: Jessé, Diego, João Paulo, Gínia, Janaína e Marina pelos favores prestados.

RESUMO

Considerando a necessidade de um ensino contextualizado que desenvolva habilidades de argumentação, atividades em grupo e pensamento crítico, neste trabalho desenvolveu-se uma atividade de ensino baseada no método de Estudo de Casos, onde os alunos, divididos em grupos, trabalharam com casos investigativos. Tal metodologia foi aplicada em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública de Porto Alegre, para abordar o tema Corrosão. Foram utilizados instrumentos de coleta de dados, antes e depois da realização das atividades, com o objetivo de avaliar a contribuição do método Estudo de Casos para o aprendizado dos conceitos relacionados à temática corrosão, desenvolvimento de habilidades e capacidade de tomada de decisão dos alunos. O processo de aplicação da proposta culminou com a apresentação oral das soluções encontradas pelos grupos para cada um dos casos.

Palavras - Chave: Estudo de Caso; ensino contextualizado; corrosão.

Sumário

1. Introdução.....	6
2. Objetivos.....	8
3. Referenciais Teóricos	9
3.1 Contextualização.....	9
3.2 Método de estudo de casos	10
3.3. Estratégias para utilização de “casos” no ensino de ciências	11
3.4 Produções de casos investigativos, segundo Herreid (1998b).....	12
3.5. Modelo Normativo do Processo de Tomada de Decisão de Kortlan.....	12
4. Metodologia.....	15
4.1 Elaboração dos casos e aplicação da proposta.....	15
5. Resultados e Discussões	18
5.1 Análise do Questionário Inicial	18
5.2 Análise da Solução do Caso: Ataque ao litoral	20
5.3 Análise da Solução do Caso: Vazamento de Combustível.....	21
5.4 Análise da Solução do Caso: Corrosão em barcos.	23
5.5 Análise da Solução do Caso: Corrosão em Pontes	24
5.6 Análise do questionário final.....	25
5.7 Impressões dos alunos sobre a aplicação da proposta	26
6. Conclusão	30
7. Referências Bibliográficas.....	31
APÊNDICE A	33
APÊNDICE B.....	37
APÊNDICE C.....	38
APÊNDICE D	39
APÊNDICE E.....	40

1. Introdução

O trabalho com ensino e educação configura-se, de uma maneira geral, num grande desafio para os professores que se propõem a desenvolver com consciência e responsabilidade a atividade docente. O ensino de Química, dentro da temática das Ciências da Natureza, oferece dificuldades específicas, apresentando hoje a necessidade de que a produção científica contemporânea e os resultados das pesquisas em educação química estejam em consonância com a prática dentro da sala de aula. Isto se torna uma dificuldade, uma vez que os cursos de formação de professores, normalmente enraizados em práticas ditas tradicionais e que apresentam sinais de esgotamento (Delizoicov et al., 2007, p. 31), não estão formando professores capazes de passar aos alunos a importância dos conhecimentos das Ciências para a atuação na sociedade em que estão inseridos de maneira responsável e decisiva.

São muitos os fatores que podem assegurar um bom ensino de química. O que se pode enfatizar sobre isso, é que não é suficiente conhecer apenas conteúdos de química, é imprescindível saber ensiná-los, ou seja, saber construir conhecimentos escolares sobre cada conteúdo do programa em sala de aula.

Nas últimas décadas houve uma crescente conscientização a respeito da necessidade dos processos de ensino e de aprendizagem de ciências se tornar mais eficiente, no sentido de fazer com que os alunos tenham um maior interesse pelo estudo de ciências. Trabalhos voltados à investigação do assunto em questão têm oferecido subsídios às questões que visam apontar caminhos capazes de por em prática estes processos. Dessa forma, o incentivo à participação dos alunos em discussões sobre temas apresentados em aula e a adoção de uma pedagogia que desenvolva habilidades de argumentação, trabalho em grupo e raciocínio crítico são tidos como essenciais para o aprimoramento destes processos.

Divulgados no ano 2000, os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (BRASIL 2000) trazem uma proposta de trabalho para tornar o ensino efetivo, focando principalmente a formação do cidadão através da integração e articulação dos conhecimentos em processo permanente de contextualização. Assim, espera-se que o ensino de química possa relacionar a dimensão da aprendizagem dos conteúdos com a dimensão formativa e cultural do aluno, englobando questões sociais e problemas cotidianos do educando em sala de aula.

Para alcançar esta meta é necessário um ensino contextualizado que tenha significado para o aluno e possa levá-lo a aprender num processo ativo. Dessa forma, acredita-se que o aluno possa ter um envolvimento não só intelectual, mas também afetivo. De acordo com as novas propostas curriculares (PCNs), seria educar para a vida. Assim, para que a química atinja esses objetivos é necessário que haja um ensino contextualizado.

Em nossa vida diária, frequentemente nos deparamos com situações nas quais precisamos tomar decisões importantes. Essas decisões, muitas vezes, requerem reflexão e análise a fim de que possamos encontrar uma boa solução. O ambiente escolar do Ensino Médio é constituído por jovens que nem sempre estão preparados para tomar decisões conscientes sobre as situações enfrentadas no seu dia-a-dia. Nesse sentido, o professor pode intervir com uma pedagogia centrada em experiências estimuladoras de decisão, contribuindo para a formação do cidadão (Freire, 1996). Dessa forma, considerando que decisões tomadas pelas pessoas no dia-a-dia podem influenciar a construção de um mundo melhor, é necessário que as atividades elaboradas pelos educadores se aproximem das situações reais, possibilitando que os alunos desenvolvam sua capacidade de tomada de decisão.

Nesta perspectiva, o ensino de ciências tem como objetivo não apenas transmitir uma "representação esquemática idônea de um grande repertório de observações e dados experimentais", conforme afirma Ziman (apud GOUVÊA e LEAL, 2001, p. 67-84), mas também preparar para a cidadania. Considerando que este é também o entendimento da autora deste trabalho sobre os objetivos do ensino de ciências, buscou-se através da aplicação de uma proposta de ensino contextualizado baseado no Método de Estudo de Casos, trazer para o ensino de química no nível médio alguns dos elementos citados acima favorecendo dessa forma, a capacidade de construção de conhecimentos pelos alunos.

No presente trabalho, o formato escolhido para a aplicação da proposta foi o formato de atividades em pequenos grupos, pois acredita-se que esse formato é o que melhor propicia aos alunos trocar ideias e com isso desenvolver o pensamento crítico e respaldar a tomada de decisão.

2. Objetivos

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem por objetivo elaborar uma proposta de ensino contextualizada para o estudo do tema “corrosão”, que permita ao aluno perceber a ligação entre o conhecimento científico e a realidade da qual faz parte, facilitando desse modo o aprendizado do assunto sob o ponto de vista químico e propiciando que o aluno perceba a importância do conhecimento químico para sua vida. Nesta perspectiva, colocamos em prática uma proposta de ensino pautada na resolução de casos investigativos do método Estudo de Casos relatado por Sá e Queiroz (2009), pois acreditamos que este método possibilita o desenvolvimento de conteúdos não apenas informativos, mas formativos. Pretende-se, através desse trabalho, que o aluno perceba a grande relação que o ensino de química tem com aspectos sociais e tecnológicos que estão presentes no seu cotidiano. Espera-se também que, através do método estudo de casos, o aluno desenvolva habilidades que lhe possibilitem o pensamento crítico e a tomada de decisão responsável, contribuindo assim para sua formação como cidadão, produzindo resultados significativos para a aprendizagem além da sala de aula.

3. Referenciais Teóricos

3.1 Contextualização

Contextualização pode ser qualificada como uma estratégia metodológica ou um artifício facilitador para a compreensão de fatos do cotidiano dos alunos e conhecimentos formais escolares. Devido à sua potencialidade, o tratamento de forma contextualizada propicia aos alunos aprendizagens significativas que os levam ao desenvolvimento de habilidades que vão além da sala de aula. Este conceito traduz a conexão entre as porções de um todo, a união de pensamentos, a problematização e a interpretação de circunstâncias expressivas para os alunos ou sua carreira, de tal modo que os conhecimentos químicos possam ajudá-los na compreensão e resolução dos problemas. Segundo Lima (2000) a não-contextualização da Química pode ser um dos fatores que contribui para o nível de rejeição do estudo desta ciência pelos alunos, o que pode assim dificultar o ensino e a aprendizagem.

Vale ressaltar que contextualizar a química não é promover uma ligação artificial entre o conhecimento e o cotidiano do aluno, não é apenas citar exemplos como ilustrações no final de cada conteúdo, mas que contextualizar é propor “situações problemáticas reais e buscar o conhecimento necessário para entendê-las e procurar solucioná-las” Lima (2000).

Contextualizar consiste em realizar ações buscando estabelecer a analogia entre o conteúdo da educação formal ministrado em sala de aula e o cotidiano do aluno, de maneira a facilitar o processo de ensino-aprendizagem pelo contato com o tema e o despertar do interesse pelo conhecimento com aproximações entre conceitos químicos e a vida do aluno. É também criar um ambiente propício de ensino no qual o aluno possa observar a aplicabilidade dos conceitos em sua vida e interligar com experiências pessoais vivenciadas Lima (2000). Assim, um ensino contextualizado ajuda o aluno a se sentir mais motivado pela a química, já que dessa forma ele conseguirá ver alguma ligação entre os conceitos químicos e seu cotidiano.

3.2 Método de estudo de casos

O método de Estudo de Casos tem sua origem na Universidade de Harvard, Estados Unidos, e remonta aos anos de 1800, desde quando passou a ser utilizado, especialmente em disciplinas de medicina, direito e economia (SHERFIELD; MONTGOMERY; MOODY, 2004). Este método tem uma variante, o “Problem Based Learning”, ou método da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). O ABP teve origem na escola de medicina da universidade de McMaster, Canadá, há aproximadamente trinta anos (HERREID, 2003), e ficou restrito, por muito tempo, à formação de profissionais da área médica. Tal método consiste em uma metodologia desenvolvida com a intenção de possibilitar aos alunos o contato com problemas reais. Enquanto o objetivo do modelo original do ABP é principalmente, a aprendizagem de conceitos científicos, os casos são mais comumente utilizados para incentivar os estudantes à tomada de decisão.

No método de Estudo de Casos descrito por Sá e Queiroz (2009), os alunos recebem um caso, contextualizado, elaborado pelo professor, que narra uma história na qual os personagens enfrentam decisões ou dilemas. Os alunos, divididos em pequenos grupos, são incentivados a se familiarizar com os personagens e com as circunstâncias mencionadas no caso para, em seguida, investigar fatos, valores e contextos nele presentes com o intuito de solucioná-lo (WATERMAN, 1998). Dessa forma, os estudantes têm a oportunidade de direcionar suas próprias aprendizagens de forma colaborativa, identificando assuntos, formulando perguntas e conhecendo novos conteúdos. Além disso, a aplicação do método de Estudo de Casos tem potencialidade para atender a recomendações presentes em documentos oficiais na área da educação, à medida que os alunos estarão iniciando os estudos a partir dos conhecimentos que já possuem, estarão desenvolvendo habilidades de comunicação que serão essenciais em muitas circunstâncias, além de lidarem com pontos de vista diferentes dos seus próprios, adquirindo um pensamento crítico e uma visão mais ampla sobre determinados assuntos.

São poucos os trabalhos reportados na literatura nacional sobre a aplicação do método de estudo de caso no ensino de química, sendo que os trabalhos encontrados em periódicos (SÁ; QUEIROZ, 2009; VELOZO; SÁ; QUEIROZ, 2009) são destinados ao ensino superior de química. Destinado ao ensino médio foi encontrado apenas um

trabalho (ALBA, 2010) que aplica o método de Estudo de Casos no ensino de Funções Orgânicas.

Segundo Sá e Queiróz (2009), para que o Método de Estudo de Casos traga os resultados esperados para o processo de aprendizagem, é importante que o caso seja elaborado de maneira que o aluno se identifique com o contexto e com os personagens que fazem parte da narrativa. Essa aproximação do contexto do caso com a realidade do aluno pode incentivar e estimular os alunos na busca de alternativas e conseqüentemente na tomada de decisão, que os levarão à solução do caso.

De acordo com Sá e Queiroz (2009, pág. 19), durante a aplicação do método em questão, os estudantes têm a oportunidade de realizar as seguintes etapas:

- *identificar e definir o problema;*
- *acessar, avaliar e usar informações necessárias à solução do problema;*
- *apresentar a solução do problema.*

Concorda-se com as autoras visto que, a partir dos tópicos mencionados, o aluno desenvolve a capacidade de argumentação e de tomada de decisão, além de desenvolver um pensamento crítico extremamente necessário na formação do cidadão.

3.3. Estratégias para utilização de “casos” no ensino de ciências

São muitas as estratégias para a utilização de casos no ensino de ciências. Herreid (1998b) elaborou um esquema de classificação sobre tais estratégias entre as quais podemos destacar:

- **Formato de aula expositiva:** Neste formato o caso tem a característica de uma história contada pelo professor a seus alunos, de maneira muito elaborada e com objetivos específicos.
- **Formato de discussão:** Neste formato o caso é apresentado pelo professor como um dilema. Os alunos são questionados a respeito das suas perspectivas e sugestões com relação ao caso.
- **Formato de atividades em pequenos grupos:** Neste formato os casos são narrativas que devem ser solucionadas e dizem respeito ao contexto social ou profissional em que os alunos estão imersos. Uma característica desse formato é que os casos sejam analisados por grupos pequenos de alunos que

trabalhem em colaboração. Neste formato o professor desempenha o papel de facilitador durante as discussões.

No presente trabalho, o formato escolhido para a aplicação da proposta foi o formato de atividades em pequenos grupos, pois acredita-se que esse formato é o que melhor propicia que os alunos desenvolvam habilidades de tomada de decisão e de pensamento crítico.

3.4 Produções de casos investigativos, segundo Herreid (1998b)

Segundo Herreid (1998b), são os seguintes aspectos que devem ser levados em consideração para a elaboração de um “bom” caso:

“deve ter utilidade pedagógica - deve ser útil para o curso e para os estudantes; é relevante ao leitor - os casos escolhidos devem envolver situações que possivelmente os estudantes saibam enfrentar. Isso melhora o fator empatia e faz do caso algo que vale a pena estudar; desperta o interesse pela questão: para que um caso pareça real, deve descrever um drama, um suspense. O caso deve ter uma questão a ser resolvida; deve ser atual – deve tratar de questões atuais, que levem o estudante a perceber que o problema é importante; é curto – os casos devem ser suficientemente longos para introduzir um fato, mas não tão longos que possam provocar uma análise tediosa; provoca um conflito – a maioria dos casos é fundamentada sobre algo controverso; cria empatia com os personagens centrais- as características escolhidas para os personagens devem influenciar na tomada de decisões; força uma decisão – deve haver urgência e seriedade envolvida na solução dos casos; tem generalizações – deve ter aplicabilidade geral e não ser específico para uma curiosidade apenas; narra uma história – com desfecho no seu final; inclui citações – é a melhor maneira de compreender uma situação e ganhar empatia por com todos os personagens. Deve-se adicionar vida e drama a todas as citações”.

3.5. Modelo Normativo do Processo de Tomada de Decisão de Kortlan

Estudos na área da educação química vêm chamando atenção para a importância do desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão por partes dos alunos (SANTOS; MORTIMER, 2001; SANTOS; SCHNETZLER, 2003). Tais estudos vêm salientando que, em aulas dessa disciplina, os alunos têm poucas oportunidades de debater sobre assuntos de seu interesse, relacionados à ciência. Na maioria das vezes é o professor quem fala e argumenta. (SÁ; QUEIROZ, 2007b, SANTOS; MORTIMER; SCOTT, 2001). Dessa forma acredita-se que é de extrema importância que os alunos

também tenham a oportunidade de participar e desenvolver seus próprios pensamentos e relacioná-los com aspectos ligados ao seu cotidiano, tornando-se assim mais críticos.

Conforme Driver, Newton e Osborne (2000), a discussão de problemas de caráter científico favorece o desenvolvimento de habilidades argumentativas dos alunos, possibilitando o entendimento das bases epistemológicas do conhecimento científico, dos impactos das decisões científicas e a distinção entre questões que apresentam uma base científica e de outra natureza (ética, econômica etc.). Assim, é importante que tomadas de decisão estejam presentes no processo de ensino-aprendizagem de ciências e que se vinculem a atividades que conduzam à argumentação em ambientes de ensino. Nessa perspectiva, Kortland (1996) elaborou o Modelo Normativo do Processo de Tomada de Decisão, ilustrado na figura 1, no qual propõe uma série de etapas a serem cumpridas, que auxiliam na elaboração de atividades escolares que visam à tomada de decisão por parte dos alunos.

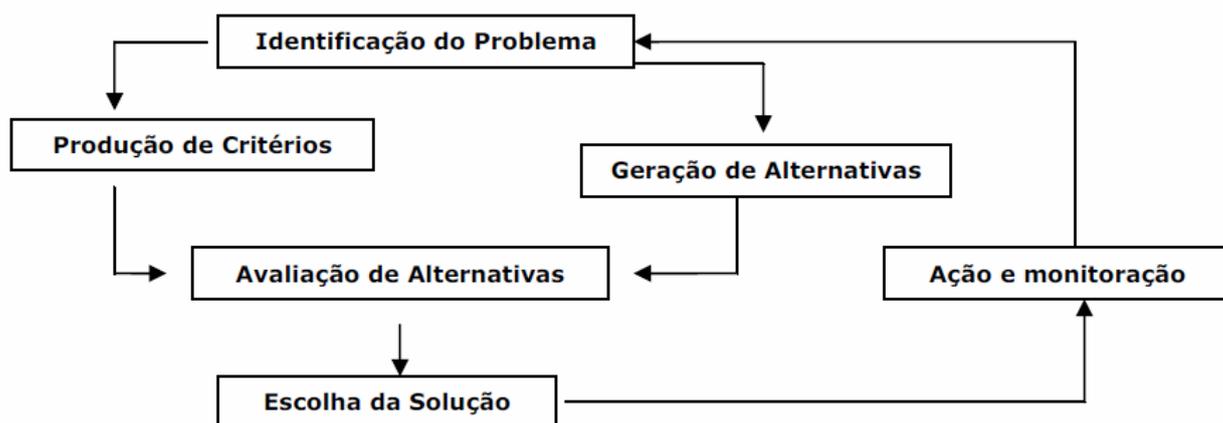


Figura 1- Modelo Normativo de Tomada de Decisão de Kortland (1996)

Conforme o Modelo Normativo de Kortland (1996), questões devem ser inicialmente apresentadas aos alunos no sentido de fazer com que eles identifiquem o problema a ser resolvido e desenvolvam critérios ou normas para a escolha da solução. Em seguida, uma série de alternativas que sejam viáveis para solucionar o problema devem ser geradas. Após a avaliação de todas as alternativas geradas, os alunos devem escolher a melhor decisão a ser tomada e estabelecer um plano de ação e monitoramento para a execução da proposta escolhida.

A observação desse modelo sugere que a tomada de decisão seja feita de modo que o aluno possa avaliar fatores positivos e negativos das alternativas para a solução do

problema, permitindo, dessa forma, que ele seja capaz de sustentar seus argumentos de maneira reflexiva.

De acordo com Kortland (1996 apud SANTOS; MORTIMER, 2001, pág. 4):
“Tomada de decisão pode ser compreendida como a maneira racional de escolha entre meios alternativos de ação (relativas a questões sociais ou públicas) os quais requerem um julgamento em termos de seus valores.”

4. Metodologia

Essa atividade foi desenvolvida em uma escola pública de Porto Alegre, com alunos do terceiro ano do ensino médio. O período para a realização dessa proposta foi de 5 de abril a 10 de maio de 2011, totalizando oito horas-aula. Antes da aplicação desta proposta, os alunos já haviam iniciado o estudo de eletroquímica, com a professora de química da escola, sendo que o tema corrosão não tinha sido abordado até o momento. Dessa forma, o tema corrosão foi trabalhado exclusivamente através do método do Estudo de Casos, visando desenvolver no aluno habilidades que lhe possibilitem o pensamento crítico e a tomada de decisão responsável.

Para que fosse possível por em prática a proposta de ensino descrita neste trabalho, foi necessária, inicialmente, a elaboração, pela autora do presente trabalho, de casos investigativos que seriam utilizados pelos alunos do ensino médio. Foram também elaboradas questões que favorecessem o entendimento dos alunos a respeito de vários aspectos, de caráter científico e sócio-científico presentes nos casos, que os auxiliassem na tomada de decisão com relação à melhor resolução para os mesmos.

O trabalho de Herreid (1998b) serviu de referencial para a produção de casos investigativos. O modelo normativo do processo de tomada de decisão de Kortland (1996), por sua vez, subsidiou a elaboração das referidas questões.

4.1 Elaboração dos casos e aplicação da proposta

Para alcançar os objetivos descritos nesse trabalho de conclusão foi necessária a elaboração de quatro casos: “Ataque ao litoral”, “Vazamento de combustível”, “Corrosão em barcos” e “Corrosão em pontes” (APÊNDICE A). Tais casos foram elaborados de acordo com o modelo descrito por Sá e Queiroz (2009). O tema selecionado para construção dos casos foi “Corrosão”, em decorrência da relação desse assunto com problemas reais, possibilitando dessa forma, a problematização e contextualização de aspectos científicos, tecnológicos e sociais, assim como o entendimento de conceitos básicos de eletroquímica. A elaboração dos casos se deu no formato proposto por Herreid (1998a apud SÁ; QUEIROZ, 2009, p. 19), descrito no capítulo “Referenciais Teóricos” desse trabalho. Artigos relacionados à temática

corrosão, publicados em revistas científicas, subsidiaram a elaboração dos casos (APÊNDICE B).

Considerando as etapas que o referencial teórico sugere para a aplicação do método de Estudo de Casos, os alunos tiveram a oportunidade de participar de três momentos: identificar e definir o problema; acessar, avaliar e usar informações necessárias à solução do problema; apresentar a solução do problema. Porém foram necessárias algumas adaptações em relação à proposta das autoras, como descrito a seguir.

Inicialmente, foi explicado aos estudantes como seria realizada a atividade. Logo após o esclarecimento de dúvidas sobre a proposta da atividade, foi aplicado um questionário (APÊNDICE C) para que os alunos respondessem individualmente, e que tinha por objetivo avaliar as informações e conceitos prévios que os alunos possuíam acerca do tema corrosão. Em seguida, foi iniciada uma apresentação de slides sobre o tema utilizando um recurso multimídia. Essa apresentação teve por objetivo que os alunos se familiarizassem com o assunto a ser estudado e também auxiliá-los na futura resolução dos casos. Após esse período foi dado um tempo para que os alunos tirassem dúvidas. Essa etapa se desenvolveu em duas horas-aula. Na aula seguinte prosseguiu-se com a apresentação sobre o tema corrosão utilizando o recurso multimídia. Após esse período foi pedido aos alunos que se dividissem em quatro grupos conforme a afinidade entre eles. A seguir foi distribuído a cada integrante dos grupos uma cópia do caso do seu grupo. Os quatro casos foram divididos da seguinte forma: grupo 1 (ataque ao litoral), grupo 2 (vazamento de combustível), grupo 3 (corrosão em barcos) e grupo 4 (corrosão em pontes). Após distribuição das cópias dos casos, foi feita a leitura conjunta dos mesmos. Os alunos acompanharam a leitura dos casos, que foi feita pela autora desse trabalho. Após a leitura e esclarecimento de dúvidas, foi permitida uma discussão entre os componentes de cada grupo para que os mesmos identificassem e definissem o problema que estava sendo abordado no caso e qual seria o papel de cada integrante do grupo na busca da solução do caso. Os alunos também foram informados que ao final de toda a atividade cada grupo deveria fazer uma apresentação dos resultados alcançados e deveriam entregar por escrito os dados e argumentos que os levaram à solução dos casos. A forma de apresentação do trabalho ficou a critério de cada grupo.

Num segundo momento, foi distribuído aos alunos um questionário (APÊNDICE D) que foi elaborado de acordo com o modelo proposto por Kortland (1996 apud SANTOS; MORTIMER, 2001), descrito no referencial teórico deste

trabalho, que visa orientar a tomada de decisão dos alunos. Dessa forma, a primeira pergunta está relacionada com a identificação do problema descrito em cada caso. A questão 2 teve por objetivo que os alunos relacionassem os fatores necessários para que o processo corrosivo ocorra com os fatores presentes no caso a ser resolvido. Os itens que fazem parte da questão três foram elaborados com o intuito de favorecer a busca das características do caso para a posterior produção de critérios por meio da análise e comparação das informações encontradas com aquelas apresentadas no Estudo de Caso.

A questão número quatro está relacionada com a ação e, conseqüentemente, com a apresentação da solução. Dessa forma, nesse questionário, foram consideradas todas as etapas do modelo normativo do processo de tomada de decisão apresentado por Kortland (1996 apud SANTOS; MORTIMER, 2001).

No encontro seguinte, que se estendeu por duas horas-aula, os alunos foram levados até a sala de informática e a biblioteca para que coletarem informações que levassem à solução do caso.

Na aula posterior, os alunos tiveram mais um tempo em sala de aula para se organizar e acertar os últimos detalhes da apresentação que se daria na aula seguinte. A forma de apresentação da solução para o caso ficou a critério de cada grupo. Antes das apresentações foi aplicado um questionário (APÊNDICE E). Tal questionário teve o objetivo de avaliar os resultados da aplicação do método de Estudo de Casos.

5. Resultados e Discussões

5.1 Análise do Questionário Inicial

Dos trinta alunos matriculados na turma, de acordo com uma análise do diário de classe, observou-se que apenas vinte frequentavam regularmente as aulas. O questionário inicial (APÊNDICE C) foi respondido pelos dezenove alunos que se encontravam em sala de aula no dia em que teve início a atividade.

Quando se perguntou aos alunos sobre o que eles entendiam sobre corrosão, 75% dos alunos conseguiram relacionar tal processo com a degradação de materiais. Apenas 25% dos alunos não souberam responder a questão ou disseram que nunca tinham ouvido falar sobre tal assunto. Transcrevo a seguir as respostas de alguns alunos mais representativas para essa pergunta:

“Corrosão é a mesma coisa que ferrugem.”

“É quando o ferro enferruja.”

“É algo que corroe e vai terminando com determinado material aos poucos.”

“É ou, pode ser, ferrugem, mais ou menos. A ferrugem é uma das principais corrosões existentes principalmente em metais.”

“Corrosão pode destruir com o metal”

“Não sei, nunca ouvi falar, mas acho que é um tipo de ferro velho.”

Através das respostas, observou-se que a maioria dos alunos já tinham algum conhecimento, ainda que não muito correto do ponto de vista científico, sobre o processo de corrosão.

A pergunta de número dois foi feita com o objetivo verificar se os estudantes tinham conhecimento sobre em que tipo de material ocorre o processo de corrosão. A partir das respostas dos alunos verificou-se que eles relacionaram a corrosão apenas a materiais metálicos, como pode ser visto nas respostas a seguir:

“A corrosão ocorre em metais.”

“A corrosão ocorre no prego, ou em qualquer metal que fica em contato direto com a água.”

“A corrosão ocorre no ferro.”

“Ocorre em metais, como pregos e grades de ferro.”

Quando se perguntou sobre os prejuízos que o processo de corrosão pode causar à sociedade, a maioria dos alunos associaram tais riscos com acidentes como queda de pontes e acidentes de trânsito. Apenas três alunos disseram que o processo de corrosão não traz nenhum risco à sociedade.

Após o questionário inicial, foi proposto o Estudo de Caso. De acordo com minha observação da atitude dos alunos, pareceu-me que a proposta teve uma boa aceitação por parte dos alunos. A apresentação sobre corrosão, utilizando um recurso multimídia, feita pela autora deste trabalho, foi motivadora, pois os alunos participaram relatando fatos familiares envolvendo a corrosão.

Num segundo momento, foi proposto que os alunos se organizassem em quatro grupos para iniciar a busca pelas informações que os levariam à solução de cada caso. A seguir foram distribuídos os quatro casos, um para cada grupo. Inicialmente os alunos ficaram um pouco agitados, pois por se tratar de uma forma diferente de abordar um conteúdo, alguns não sabiam por onde começar a resolução dos casos. Desse modo, observei que o questionário (APÊNDICE D), que foi entregue aos estudantes para orientá-los à tomada de decisão, foi muito importante para a realização desta atividade, pois os quatro grupos começaram a pesquisar soluções para os casos a partir das questões ali propostas, evidenciando dessa forma, que teriam muita dificuldade para se organizar e pesquisar se não tivessem recebido tais orientações.

No terceiro encontro os alunos tiveram um tempo livre para pesquisar soluções para os casos na internet. Os estudantes pesquisaram as reações de oxidação e redução usando conceitos estudados anteriormente com a professora regente da turma. Foi possível notar que os alunos trabalharam nessa atividade também em horário extra-classe. Durante as pesquisas alguns componentes dos grupos frequentemente solicitavam o esclarecimento de dúvidas junto à autora deste trabalho, que procurava orientá-los de maneira a não dar respostas diretas.

No quarto encontro, os alunos tiveram a oportunidade de pesquisar em livros na biblioteca e também na sala de aula. Foi possível notar que os grupos já sabiam que tipo de corrosão estava presente em cada caso e estavam à procura da melhor solução para o caso. Também foi possível notar que alguns poucos componentes dos grupos não estavam muito interessados em buscar soluções para o caso, eles estavam mais interessados em saber se a atividade proposta valeria nota, o que causava uma certa revolta nos demais componentes dos grupos.

No último encontro, antes das apresentações, os alunos tiveram mais um tempo para se organizar e decidir qual seria a forma de apresentação da solução dos casos que ocorreria na próxima aula. Eles aproveitaram esse tempo também para obter as últimas informações que acreditavam ser importantes para a solução do caso.

No dia das apresentações, inicialmente foi aplicado um questionário (APÊNDICE E) com o objetivo de avaliar a contribuição do método de Estudo de Casos no entendimento e compreensão dos conteúdos pelos estudantes, bem como no desenvolvimento de habilidades de raciocínio, de organização de informações, de análise, de investigação, de tomada de decisão, como descrito no referencial teórico deste trabalho.

As apresentações estavam previstas para terminarem no mesmo dia, porém por causa do atraso na chegada de alguns componentes dos grupos, teve que se estender por mais uma hora-aula.

Além das apresentações, os grupos entregaram um trabalho escrito, com as informações que os levaram à solução do caso. Todos os grupos se basearam no questionário que foi entregue como forma de auxiliar a tomada de decisão para chegar à solução do caso.

Todos os quatro grupos apresentaram corretamente uma solução do respectivo caso, conforme será relatado a seguir.

5.2 Análise da Solução do Caso: Ataque ao litoral

O caso “Ataque ao litoral” relata a preocupação das famílias da cidade de Imbé, especialmente a família de Marcelo, com relação ao enferrujamento das grades das portas e janelas além de utensílios domésticos. Os alunos do grupo 1, responsáveis pela resolução deste caso, teriam que identificar as causas desse enferrujamento, identificar as reações presentes neste processo e também propor uma solução para diminuir o problema.

A solução do caso foi desenvolvida em três etapas:

Primeira etapa

Os alunos identificaram que o enferrujamento dos utensílios da família de Marcelo era causado pelo fenômeno da maresia que ocorre em cidades litorâneas e

provoca a aceleração da corrosão pela presença de sais presentes em microgotículas da água do mar. Durante a resolução do caso os alunos relataram casos familiares deste tipo de corrosão e faziam perguntas sobre a melhor forma de preveni-la, demonstrando bastante interesse em tentar solucionar problemas da vida real. Isso mostra o quanto é importante um ensino contextualizado, já que este tipo de ensino aproxima o conteúdo da educação formal ministrado em sala de aula e o cotidiano do aluno.

Segunda etapa

Num segundo momento, os estudantes, a partir dos conceitos estudados anteriormente identificaram corretamente quais reações estavam presentes neste caso.

Nessa parte eles tiveram um pouco de dificuldade, pois tiveram que identificar as reações de oxidação e de redução presentes no caso, mas após pesquisarem, conseguiram identificá-las corretamente.

Terceira etapa:

Após identificar a causa do problema e identificar as reações envolvidas no processo, os alunos tiveram que propor uma solução para o caso. A partir de pesquisas na internet e livros eles chegaram, corretamente, à conclusão que a melhor forma de proteção dos materiais atingidos pela corrosão seria o lixamento do material para eliminar a “ferrugem” e posteriormente pintar a superfície com tinta especial que impede que o processo corrosivo continue. No dia da apresentação deste grupo os alunos levaram fotos de materiais atacados pela corrosão, pedaços de ferro atacados pela corrosão e também de materiais protegidos com uma tinta que retarda o processo de corrosão. Dessa forma, pode-se verificar que os estudantes efetivamente se mobilizaram para a solução do caso.

5.3 Análise da Solução do Caso: Vazamento de Combustível

O caso “Vazamento de combustível” relata a preocupação do senhor Humberto, dono de um posto de combustível, com o vazamento de combustível que está ocorrendo no seu estabelecimento. Os componentes do grupo 2 teriam que identificar as causas desse vazamento, identificar as reações presentes neste processo e também propor uma

solução para acabar com o problema. A solução do caso foi desenvolvida em três etapas descritas a seguir:

Primeira etapa:

Após pesquisas os componentes do grupo dois chegaram à conclusão de que a causa do vazamento de combustível no posto de gasolina do Senhor Humberto era o processo de corrosão. Eles destacaram que a causa desse processo corrosivo seria a umidade presente no local onde estava o tanque de gasolina.

Segunda etapa:

A partir dos conceitos estudados anteriormente, os estudantes identificaram corretamente quais as reações que estavam presentes neste caso.

Os componentes deste grupo também tiveram um pouco de dificuldade para identificar as reações de oxidação e de redução presentes no caso, mas após pesquisarem, conseguiram identificá-las corretamente.

Terceira etapa:

Após identificar a causa do problema e identificar as reações envolvidas no processo, os estudantes tiveram que propor uma solução para o caso. A partir de pesquisas em livros e na internet eles chegaram, corretamente, à conclusão de que a melhor solução para este caso seria a utilização de um metal de sacrifício, que é um metal que apresenta uma tendência maior de perder elétrons (maior potencial de oxidação). Eles chegaram à conclusão de que esse metal se oxidaria e evitaria dessa forma, que o processo de corrosão do ferro.

O metal escolhido pelos componentes do grupo para ser utilizado como ânodo de sacrifício foi o magnésio. Os alunos destacaram que, quando a placa de magnésio é utilizada como ânodo de sacrifício, o magnésio se oxida e perde elétrons para o ferro que permanece protegido. Eles ressaltaram que a placa de magnésio utilizada como ânodo de sacrifício teria que ser substituída por outras de tempos em tempos e que a solução para este caso teria que ser posta em prática rapidamente, pois se o vazamento continuasse poderia causar uma explosão.

5.4 Análise da Solução do Caso: Corrosão em barcos.

O caso intitulado “Corrosão em barcos” relata a preocupação do senhor Alfredo com alguns de seus barcos que estavam tendo o casco danificados. Os alunos do grupo 3, responsáveis pela resolução deste caso, teriam que identificar as causas desse problema, identificar as reações presentes neste processo e também propor uma estratégia para solucioná-lo. A solução do caso foi desenvolvida em três etapas descritas a seguir:

Primeira etapa:

Após pesquisas os componentes do grupo três chegaram à conclusão de que a causa dos danos no casco dos barcos era a corrosão generalizada, devido ao ambiente úmido a que os barcos estavam expostos.

Segunda etapa:

A partir dos conceitos estudados anteriormente, os estudantes identificaram corretamente quais as reações que estavam presentes neste caso.

Os componentes deste grupo também tiveram um pouco de dificuldade para identificar as reações de oxidação e de redução presentes no caso, mas após pesquisarem, conseguiram identificá-las corretamente.

Terceira etapa:

Após identificar a causa do problema e identificar as reações envolvidas no processo, os alunos tiveram que propor uma solução para o caso. A partir de pesquisas em livros e na internet eles apresentaram duas soluções para o caso: uma das soluções seria a utilização de um ânodo de sacrifício e a outra seria o lixamento e a posterior pintura do casco dos barcos com uma tinta a base de zarcão. Durante a apresentação os componentes do grupo decidiram que neste caso a melhor solução seria a utilização do ânodo de sacrifício. Eles escolheram o zinco para ser usado como ânodo de sacrifício, pois em função de seu maior potencial de oxidação, o zinco atuaria como ânodo e protegeria o ferro do casco dos navios.

5.5 Análise da Solução do Caso: Corrosão em Pontes

Este caso descreve a preocupação de um grupo de estudantes em propor alternativas contra corrosão de umas das pontes mais famosas do mundo, a Golden Gate, localizada no estado da Califórnia, nos Estados Unidos. Os alunos responsáveis pela solução deste caso teriam que dizer o que poderia causar a corrosão desta ponte, apresentar formas de proteção e também falar sobre os riscos do processo de corrosão em pontes.

Primeira Etapa:

O grupo responsável pela solução deste caso concluiu que na ponte Golden Gate, localizada entre as cidades de São Francisco e Sausalito, a corrosão ocorre preferencialmente por pites. O grupo ressaltou que este tipo de corrosão ocorre devido a fatores externos, tais como o fato da ponte estar localizada em uma região marinha, suscetível às influências da temperatura e a ocorrência de nevoeiros que são frequentes nessa região.

Segunda Etapa:

A partir dos conceitos estudados anteriormente, os estudantes identificaram corretamente quais as reações que estavam presentes neste caso.

Terceira etapa:

Após identificar a causa do problema e as reações envolvidas no processo, os alunos tiveram que propor uma solução para o caso. Após pesquisas o grupo chegou à conclusão que a melhor forma de proteção contra a corrosão seria a galvanização á quente das peças da ponte, a utilização de um filme de polianilina que retarda o processo de corrosão. Porém o grupo argumentou que a polianilina poderia se degradar com a ação solar. Dessa forma, o grupo propôs a utilização de uma proteção solar de TiO_2 , além do uso de parafusos revestidos de teflon para diminuir a velocidade da corrosão. O grupo também destacou que é muito importante prevenir a corrosão em pontes para evitar que ocorram acidentes fatais.

5.6 Análise do questionário final

A primeira pergunta do questionário final (APÊNDICE E) foi elaborada com o objetivo de verificar se o método de Estudos de Casos contribuiu para um melhor entendimento sobre os principais tipos de corrosão e também sobre as formas de proteção. Dos dezesseis alunos que responderam o questionário, treze conseguiram identificar corretamente os principais tipos de corrosão. Os exemplos de corrosão mais citados foram: corrosão por pites, corrosão galvânica e corrosão uniforme. Já as formas de proteção mais citadas foram a pintura, a galvanização e a utilização do ânodo de sacrifício.

A pergunta de número dois se referia aos riscos que o processo de corrosão pode causar à sociedade. A maioria dos alunos (90%) relacionou tais riscos a acidentes, como queda de pontes, explosões de tanques de gasolina e também as perdas econômicas, como os gastos com restaurações de estátuas como a Estátua da Liberdade.

A pergunta número três se referia ao que poderia ser feito para evitar que o processo corrosivo destruísse o material, 85% dos estudantes concordaram que a melhor forma de impedir tal processo seria a proteção dos materiais expostos ao meio corrosivo.

A quarta pergunta tinha por objetivo saber qual a importância do ensino de química para o dia-a-dia dos estudantes. Transcrevo a seguir as respostas de alguns alunos, mais representativas para essa pergunta:

“ A química esta presente no dia a dia em todas as substâncias. ”

“ Com o estudo de química, prestei mais atenção nas janelas e portas da minha casa que estão enferrujando. ”

“Aprendi que esse processo químico, está presente em nossos dias”

“É muito importante aprender a resolver um problema utilizando a experiência adquirida nas aulas de química. É importante também para pensar diferente perante ao meio ambiente.”

“A química esta presente no dia- a dia, a partir desse trabalho descobri que temos que evitar a corrosão.”

5.7 Impressões dos alunos sobre a aplicação da proposta

As impressões dos estudantes a respeito da proposta apresentada a eles foram colhidas a partir das questões cinco até a questão dez do questionário final. Na questão cinco apresentou-se aos estudantes uma série de afirmativas que dizem respeito a habilidades, conceitos e capacidades que se pretendia aprimorar através da aplicação do método de Estudo de Casos.

As respostas dos alunos a essa questão foram reunidas, categorizadas e analisadas. Dentre os trinta alunos matriculados, 20 cumpriram todas as etapas da proposta e apenas 16 alunos responderam ao questionário final. Desse modo, na tabela 1, mostra-se o grau de concordância desses 16 alunos com as afirmações apresentadas.

Tabela 1. Respostas dadas pelos estudantes à questão 5 do questionário de avaliação da atividade realizada com Estudos de Casos.

Itens	Frequência das respostas dos alunos (%)				
	CT	CP	I	DP	DT
1. Desenvolvi minha habilidade de investigação na busca de soluções para resolver o caso.	55	20	0	20	5
2. Desenvolvi minha habilidade de organizar informações.	48	30	2	8	2
3. Desenvolvi minha habilidade de raciocínio.	50	25	0	22	3
4. Desenvolvi minha habilidade de análise.	61	20	0	14	5
5. Desenvolvi minha habilidade de classificação.	56	19	0	16	9
6. Desenvolvi minha capacidade de solucionar problemas e tomar decisões diante de problemas da vida real.	75	0	0	0	25
7. O método de estudo de casos contribuiu para a minha aprendizagem dos conceitos de química	84	0	4	2	10

CT (concordo totalmente); CP (concordo parcialmente); I (indeciso); DP (discordo parcialmente); DT (discordo totalmente).

A análise da tabela 1 sugere o reconhecimento, por parte dos estudantes, do aprimoramento de algumas habilidades no decorrer do processo. Verifica-se que a maioria dos alunos registraram respostas favoráveis - CT (concordo totalmente); CP

(concordo parcialmente) - à contribuição do método de Estudos de Casos para o melhor desenvolvimento das habilidades de organização de informações, de investigação, de raciocínio, de análise e classificação, analisadas nos itens 1 a 5.

Isto sugere que a proposta aplicada contribuiu para o desenvolvimento de habilidades de investigação, organização de informações, raciocínio, análise e classificação.

No item 6, 75% dos estudantes concordaram com a contribuição do método no desenvolvimento da capacidade de solucionar problemas e tomar decisões diante de problemas da vida real. Apenas 4 alunos não concordaram com essa proposição. Já no item de número 7, que diz respeito às impressões dos estudantes sobre a contribuição do método na aprendizagem dos conceitos de química, 88% dos alunos foram favoráveis à sua aplicação. Dessa forma, pode-se observar que os resultados refletem o envolvimento e participação dos alunos durante a atividade proposta, e que o trabalho que foi realizado em grupo contribuiu individualmente para a formação de cada aluno estudante.

As perguntas 6, 8 e 9 do questionário final referem-se à contribuição do método de Estudo de Casos em desenvolver habilidades como criatividade, espontaneidade, realização de trabalhos em grupo, comunicação e busca por informações. Abaixo transcrevo alguns exemplos das respostas dos alunos para estas questões.

“Aprendi a trabalhar em equipe.”

“Desenvolvi a habilidade de compreender melhor os conceitos e correr atrás de informações sobre problemas do cotidiano.”

“Melhorei minha capacidade de falar na frente de outras pessoas.”

“Desenvolvi minha criatividade.”

“Desenvolvi minha espontaneidade e criatividade.”

Um dos aspectos mais reforçados nas falas dos alunos diz respeito ao estímulo à criatividade pela liberdade de ação durante as atividades com os casos. Ou seja, o fato de a solução do caso ser definida pelos estudantes e a liberdade de escolher o caminho para chegar a tal desfecho foram motivo de satisfação por parte dos alunos.

A pergunta 7 refere-se à contribuição do método de Estudos de Casos para uma melhor compreensão dos conceitos relacionados à corrosão. De forma geral, os alunos consideraram a experiência de trabalhar com tal método proveitosa, uma vez que este

favoreceu a aquisição de novos conhecimentos e a revisão de conceitos discutidos anteriormente. O seguintes comentários ilustram percepções dos alunos a respeito de tal aspecto.

“Eu não sabia como ocorria a corrosão. Este trabalho me ajudou a entender melhor a corrosão.”

“Aprendi que a corrosão é prejudicial e que temos que evitar.”

A última questão estava diretamente relacionada à aceitação do método de Estudo de Casos pelos estudantes. A maioria os alunos responderam que gostaram de trabalhar com o método de Estudo de Casos, apenas dois alunos não gostaram de trabalhar com tal método. A seguir transcrevo algumas respostas dos alunos.

“Sim, na verdade gostei de adquirir conhecimento, e aprendi que a química está presente no dia-a-dia.”

“Foi bom, porque além de obter informações sobre a corrosão a pessoa desenvolve a capacidade de resolver problemas da vida real.”

“Sim, porque eu obtive informações sobre como acontece a corrosão.”

“Sim, porque me ajuda a compreender melhor como ocorre o processo de corrosão.”

“Sim, porque foi uma tarefa legal e bem criativa.”

“Sim, porque consegui entender a matéria com mais facilidade.”

“Sim, porque adquiri conhecimento sobre o assunto de muita importância na nossa vida.”

“Sim, achei esta forma de trabalho mais descontraído.”

“Não gostei não gosto de trabalhar em grupo.”

As percepções destacadas nos comentários dos alunos e a análise do questionário acerca da proposta servem de subsídio para a elaboração de atividades didáticas futuras e apontam para a sua potencialidade no ensino-aprendizagem. Segundo os estudantes, esta atividade favoreceu a aprendizagem dos conceitos ligados ao tema corrosão e também a capacidade de trabalho em grupo.

Observou-se também que ao longo das atividades os alunos desenvolveram gradativamente a consciência sobre a importância da química no seu dia-a-dia,

relacionando o tema corrosão com aspectos sociais, tecnológicos e econômicos. Dessa forma, pode-se dizer que, apesar de num primeiro momento esta atividade ser estranha aos olhos dos estudantes, pode-se concluir que o método de Estudo de Casos contribuiu para um ensino contextualizado tão importante para a compreensão dos conceitos químicos pelos alunos e também para sua formação como cidadãos.

6. Conclusão

Neste trabalho aplicou-se uma proposta de ensino baseada no método de Estudo de Caso, tendo em vista que este método promove um ensino contextualizado, que é de fundamental importância no aprendizado do aluno. Dessa forma, o tratamento dos conteúdos de forma contextualizada propicia aos alunos aprendizagens significativas que os levam ao desenvolvimento habilidades que vão além da sala de aula.

Pode-se observar durante a aplicação da proposta grande interesse por parte dos alunos em solucionar os casos. Desse modo, conclui-se que o ensino de química pode ser interessante e motivador, desde que os interesses dos estudantes sejam focalizados, fazendo uma contextualização dos conteúdos químicos com o cotidiano dos alunos. Assim, o tema “corrosão”, escolhido para a elaboração da atividade aplicada, mostrou-se um assunto interessante, propiciando aos alunos a construção do conhecimento químico e a relação desses conhecimentos com os acontecimentos diários.

Considerando os esforços realizados pelos alunos nas soluções dos casos, a análise das apresentações orais, assim como a análise das respostas fornecidas no questionário de avaliação da proposta de ensino, conclui-se que esta teve uma boa aceitação junto aos alunos e promoveu o aprendizado dos conteúdos ministrados, além da revisão de conteúdos aprendidos anteriormente. Assim a proposta se mostrou compatível com os objetivos deste trabalho e adequada para o desenvolvimento de habilidades de caráter formativo, como a argumentação e a comunicação oral.

A atividade realizada foi uma experiência nova, que contribuiu de forma significativa não somente para a formação dos estudantes, mas também para a formação da autora deste trabalho, pois os momentos propostos exigiram um comprometimento e a preocupação em aplicar uma atividade que possibilitasse a relação dos interesses dos estudantes com os conceitos da disciplina.

Por fim, embora a atividade tenha sido desenvolvida no ensino de química, acredito que pode ser adaptada a várias outras disciplinas que compõem a grade curricular do ensino médio. A condição primordial para a sua adoção é a existência de casos que apresentem de forma contextualizada conteúdos contemplados na disciplina em questão.

7. Referências Bibliográficas

ALBA, J. **Estudo de casos: Uma proposta para o ensino de química orgânica no ensino médio.** Trabalho de Conclusão de Curso. Licenciatura em Química. UFRGS: 2010.

BRASIL. (2002). Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias: **Parâmetros Curriculares nacionais – Ensino médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Brasília. MEC/SEMTEC. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em 15/05/2011.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A; PERNAMBUCO, M. M. (2007). **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos.** São Paulo: Cortez.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, v. 84, n. 3, p. 287-312.

FREIRE, P. (1996). **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra.

GOUVÊA, G; LEAL, M. C. (2001). Uma visão comparada do ensino de ciências, tecnologia e sociedade na escola e em um museu de ciência. *Ciência e educação*, v.7, n.1, p.67-84.

HERREID, C. F. (2003). The death of problem based learning? *Journal of College Science Teaching*, v. 32, n. 6, p.364-366.

HERREID, C. F. (1998b). Sorting potatoes for Miss Bonner - bringing order to case-study methodology through a classification scheme. *Journal of College Science teaching*, v. 27, n. 4, p. 236-239.

KORTLAND, K. (1996). A STS case study about students decision making on the waste issue. *Science Education*, v. 80, n. 6, p. 673-689.

LIMA, J. F. L.; PINA, M. S. L.; BARBOSA, R. M. N.; JÓFILI, Z. M. S. (2000). A contextualização no ensino de cinética química. *Química Nova na Escola*, n. 11, p. 176-183.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. (2009). **Estudos de Caso no Ensino de Química.** Campinas: Átomo.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. (2001). Tomada de decisão para ação responsável no ensino de ciências. *Ciência e educação*, v.7, n.1, p.95-111. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/viewarticle.php?id=115>>. Acesso em: 10 de maio de 2011.

SANTOS, W.; SCHNETZLER, R. P. (2003). **Educação em química: Compromisso com a cidadania**. 3ª ed. Ijuí: Unijuí.

SANTOS, W. P.; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P.H. (2001). A argumentação em discussões sócio-científicas: reflexões a partir de um estudo de caso. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 1, n.1, p. 140-152.

SCAFI, S. H. F. (2010). Contextualização do Ensino de Química em uma Escola Militar. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 3, p. 176- 183.

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

VELLOSO, A. M. S.; SÁ, L. P; QUEIROZ, S. L. (2007). Casos investigativos no ensino do tópico corrosão. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, Florianópolis. Atas ...Belo Horizonte: Abrapec.

WATERMAN, M. A. (1998). Investigative case study approach for biology learning. *Bioscene Journal of college Biology teaching*, v. 24. n.1, p. 3-10.

APÊNDICE A

Casos utilizados na proposta de ensino.

Caso 1: Ataque no Litoral

As famílias que residem em Imbé, no litoral do Rio Grande do Sul, vêm sofrendo prejuízos devido ao enferrujamento das grades de portas e janelas, além do enferrujamento de outros utensílios domésticos.

Marcelo sempre morou em Imbé, onde concluiu o ensino médio juntamente com seus amigos de infância: Gabriela, Maurício e Larissa. Após a conclusão do ensino médio, Marcelo e seus amigos, com a autorização de seus pais, decidiram fazer curso técnico em Porto Alegre. Marcelo e Larissa optaram por fazer o curso Técnico em Administração. Maurício e Gabriela decidiram pelo curso Técnico em Química. Com essa separação os quatro amigos só se encontram no final de semana, quando eles retornam para suas casas em Imbé.

Em um desses finais de semana, quando Marcelo estava em casa, seus pais – Dona Laura e seu Pedro – lhe contaram o que estava acontecendo:

“Filho, as grades das portas e janelas aqui de casa estão enferrujando. Além disso, outros utensílios domésticos também estão com o mesmo problema. Eu conversei com alguns vizinhos, e eles também estão com o mesmo problema. Estou preocupado, pois teremos muitos prejuízos se não conseguirmos resolver esse problema.”

Marcelo então respondeu:

“Pai, eu não entendo muito sobre esse assunto, mas posso pedir ajuda aos meus colegas, Maurício e Gabriela, que fazem o curso Técnico em Química, e talvez eles consigam nos ajudar a solucionar esse problema. Eu posso escrever um e-mail para eles e contar sobre o nosso problema. Vou Fazer isso agora mesmo”. E escreveu a seguinte mensagem:

“Olá queridos amigos! Como vocês estão? Eu preciso da ajuda de vocês. As grades das portas e das janelas aqui de casa, além de outros utensílios domésticos, estão enferrujando rapidamente. Gostaria que vocês nos aconselhassem sobre o que devemos fazer, pois como vocês estão cursando o curso técnico em química talvez saibam mais sobre o assunto e possam nos ajudar.”

- ❖ **Vocês são os amigos de infância de Marcelo e terão que ajudá-lo a descobrir o que está acontecendo nas grades das portas e janelas da casa dele e propor soluções para o problema.**

Caso 2: Vazamento de Combustível

Há 2 anos o senhor Humberto é dono de um posto de combustível em Caxias do Sul, a maior cidade do interior do Rio Grande do Sul. Ultimamente Humberto anda muito preocupado, pois tem ocorrido vazamentos de combustível em seu posto de gasolina, e por conta disso ele já foi autuado e teve que pagar multa. Ele está preocupado, pois se o vazamento continuar ele terá que fechar o posto, mas ele depende dos lucros do posto para sustentar sua família.

Felipe, um dos quatro filhos do senhor Humberto, após terminar o ensino médio foi aprovado no vestibular da UFRGS no curso de Engenharia de Alimentos e desde então reside com alguns colegas em Porto Alegre.

Ao visitar a família nas férias, Felipe tomou conhecimento do problema que seu pai estava enfrentando. Quando estavam todos na varanda de casa conversando, seu pai lhe contou o que estava acontecendo:

“Filho, estou enfrentando sérios problemas de vazamento lá no posto de gasolina. O pessoal da fiscalização já esteve por lá e tive que pagar multa por causa desse vazamento. Tenho que resolver esse problema, pois se não conseguir acabar com esse vazamento terei que fechar o posto.”

Felipe então respondeu:

“Pai, eu não entendo muito sobre esse assunto, mais tenho uns amigos que cursam Engenharia Química, eles devem saber mais sobre isso. Eles também vieram para Caxias passar as férias com a família, vou aproveitar e mandar um e-mail para eles agora mesmo.

E escreveu a seguinte mensagem:

“Olá amigos! Como vocês estão? Preciso da ajuda de vocês. Meu pai está enfrentando um sério problema de vazamento no seu posto de gasolina. Gostaria que vocês nos aconselhassem sobre o que devemos fazer, pois acredito que na área de engenharia química vocês tenham mais conhecimento sobre o assunto.”

- ❖ **Vocês são os amigos de Felipe, e terão que ajudá-lo a descobrir o que está acontecendo no posto de gasolina de seu pai e propor soluções para o problema.**

Caso 3: Corrosão em barcos



Há 3 anos o senhor Alfredo trabalha com pesca na cidade de Rio Grande, estado do Rio Grande do Sul. Ele é dono de uma empresa de pesca que emprega 30 trabalhadores. A empresa possui 6 barcos que são utilizados para a pesca pelos trabalhadores.

Ultimamente, Alfredo anda muito preocupado, pois em uma das revisões em seus barcos, achou vestígios de ferrugem no casco de um deles. Preocupado com essa situação, Alfredo resolveu pedir ajuda para sua filha Daniela, estudante de Química da UFRGS. Para isso, foi até o seu escritório e ligou para Daniela:

“Alô Daniela! Como você está, minha filha? Estou com saudades!”

“Oi pai! Eu estou bem e vocês como estão?”

“Estão todos bem, minha filha. Estou te ligando porque estou com um problema de ferrugem em um dos meus barcos e não sei o que fazer, pois os focos de ferrugem estão aumentando. Estou muito preocupado.”

“Pai, eu não entendo muito sobre esse assunto, pois minha área de pesquisa é sobre Química Orgânica, mas tenho uns amigos aqui na faculdade que fazem pesquisas nessa área, vou falar com eles e ver o que podemos fazer para lhe ajudar a solucionar esse problema e lhe ligarei em seguida.”

“Obrigado minha filha, ficarei aguardando sua resposta.”

- ❖ **Vocês são os colegas de Daniela e terão a missão de esclarecê-la sobre o que está acontecendo no barco de seu pai e encontrar uma solução para esta situação.**

Caso 4: Corrosão em Pontes



Manuela é uma adolescente de 16 anos que mora em Porto Alegre com seus pais e está cursando o terceiro ano do Ensino Médio. Manuela é uma aluna muito dedicada aos estudos e sempre procura fazer bem as tarefas propostas pelos professores.

Um dia na aula de Química sua professora pediu que os alunos se reunissem em grupos para propor alternativas contra corrosão de umas das pontes mais famosas do mundo, a Golden Gate, localizada no estado da Califórnia, nos Estados Unidos, que liga a cidade de São Francisco a Sausalito.

Manuela e seus colegas ficaram muito empolgados com essa tarefa, porém alguns ficaram preocupados, pois não conheciam muito sobre o assunto e teriam que se esforçar bastante. Marcelo, um dos componentes do grupo de Manuela, tranquilizou o grupo:

“Pessoal não se preocupem. Minha irmã faz faculdade de Química e deve saber melhor sobre este assunto. Após a aula vou falar com ela.”

Depois da aula, Marcelo foi para casa falar com sua irmã:

“Ói Luíza! Que bom que te encontrei em casa! Preciso da tua ajuda. Eu e meus colegas temos um trabalho de Química para fazer e o tema é sobre corrosão em pontes. Nós não conhecemos muito sobre esse assunto. Será que tu podes nos ajudar?”

“Claro que sim Marcelo! Amanhã à tarde podemos nos encontrar para começarmos o trabalho.”

- ❖ **Vocês fazem parte do grupo de Manuela e terão que propor soluções para evitar a corrosão em pontes e também terão que falar sobre os riscos que o processo de corrosão pode causar.**

APÊNDICE B

Referências bibliográficas que serviram como base para a elaboração dos casos.

MERÇON, F.; GUIMARÃES, C. P. I.; MAINIER, B. F. (2004). Corrosão: um exemplo usual de fenômeno químico. *Química Nova na Escola*, v. 19 . p. 11-14.

VELLOSO, A. M. S. Coleção de casos investigativos. Disponível em <<http://www.gpeqsc.com.br/casos/arquivos/colecao/colcaso02.pdf>> Coleção de casos investigativos. Acesso em 03/02/2011.

APÊNDICE C

Questionário inicial sobre corrosão

- 1) O que você entende por **corrosão**?

- 2) Em que tipo de material a **corrosão** ocorre? Dê um exemplo.

- 3) Que prejuízos o processo de **corrosão** pode causar a sociedade?

APÊNDICE D

QUESTÕES SOBRE O CASO.

- 1) Identifique o principal assunto relatado no caso.
- 2) Que fatores precisam estar presentes para que ocorra o processo de corrosão?
- 3) Pesquisa das características do caso:
 - a) Que tipo de corrosão está presente neste caso?
 - b) Quais as semi-reações que ocorrem neste caso?
 - c) Qual é o meio corrosivo presente no caso?
 - d) Cite as formas de proteção que podem ser utilizadas contra a corrosão.
 - e) Que proteção pode ser utilizada nesse caso?
 - f) Quais são os riscos causados por esse tipo de corrosão?
 - g) Faça uma avaliação da gravidade do problema descrito no seu caso. Justifique sua resposta.
 - h) Como o problema apresentado no caso se relaciona às questões:
 - sociais
 - econômicas
- 4) Reúnam todo o material e informações coletadas e elaborem uma apresentação para o resultado encontrado.

APÊNDICE E

QUÍMICA ATIVIDADE DE ESTUDO DE CASOS

Questionário de Avaliação da Atividade Desenvolvida

- 1) Durante a realização deste trabalho estudamos diferentes tipos de corrosão. Cite 3 exemplos de corrosão:

Cite 3 formas de proteção contra a corrosão:

- 2) Quais os riscos que o processo de corrosão pode causar à sociedade?
- 3) Depois de todas as atividades realizadas, o que você recomenda que se faça para evitar que o processo corrosivo destrua o material?
- 4) A partir do que foi estudado, qual a relação e importância do estudo de química para o seu dia-a-dia?
- 5) Várias atividades foram realizadas com o objetivo de obtermos uma solução para caso. Como você considera que essas atividades contribuíram para o aprimoramento ou desenvolvimento de algumas de suas habilidades, bem como na compreensão dos conceitos de química. Marque com **X** na alternativa que melhor expressar sua opinião, para tanto considere:
- C – Concordo**
 - CP – Concordo parcialmente**
 - I - Indeciso**
 - DP – Discordo Parcialmente**
 - DT – Discordo Totalmente**

1	Desenvolvi minha habilidade de investigação na busca de soluções para resolver o caso	C	CP	I	DP	DT
2	Desenvolvi minha habilidade de organizar informações	C	CP	I	DP	DT
3	Desenvolvi minha habilidade de raciocínio	C	CP	I	DP	DT
4	Desenvolvi minha habilidade de análise	C	CP	I	DP	DT
5	Desenvolvi minha habilidade de classificação	C	CP	I	DP	DT
6	Desenvolvi minha capacidade de solucionar problemas e tomar decisões diante de problemas da vida real.	C	CP	I	DP	DT
7	O método de estudo de casos contribuiu para a minha aprendizagem dos conceitos de química	C	CP	I	DP	DT

6) Relate outras habilidades que você acredita ter desenvolvido com o método de Estudo de Casos:

7) O método estudo de caso ajudou você a compreender melhor o conceito sobre corrosão?

8) O método estudo de caso ajudou você a ter mais criatividade e espontaneidade?

9) O método estudo de caso ajudou você a desenvolver a habilidade de busca de informações?

10) Você gostou de trabalhar com o método de estudo de casos? Por quê?

OUTROS COMENTÁRIOS QUE VOCÊ QUEIRA FAZER: