

Estudo de Casos baseado em resolução de problemas: uma metodologia para a aprendizagem de corrosão na área de petróleo e gás com alunos do Ensino Superior.

Kelly S. Lima¹(PG), Victor Hugo V. Sarmiento²(PQ), Maria Clara P. Cruz^{3*}(PQ).

1 Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n, Bairro: Jardim Rosa Elze, CEP 49100-000. São Cristóvão - SE.

2 Universidade Federal de Sergipe, Av. Vereador Olímpio Grande s/nº Centro - CEP 495000 - Itabaiana – SE.

3 Instituto de Pesquisa Interinstitucional de Sergipe (IPISE) da Faculdade Pio Décimo Av. Tancredo Neves, 5655, Bairro: Jaboatiana - CEP 49 000 000. Aracaju – SE.

Palavras-Chave: corrosão, estudo de casos, ensino superior.

RESUMO: A ELETROQUÍMICA É UM CONTEÚDO QUE ENFRENTA CERTA RESISTÊNCIA DOS ESTUDANTES E É CONSIDERADO DE DIFÍCIL COMPREENSÃO. NESTE CONTEXTO, ESTE TRABALHO OBJETIVA EXPOR A METODOLOGIA DE ESTUDO DE CASOS POR MEIO DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS VOLTADA AO ENSINO DE ELETROQUÍMICA POR MEIO DA CORROSÃO NA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO E GÁS, AOS ESTUDANTES DE ENSINO SUPERIOR, COMO TAMBÉM CURSOS MAIS ESPECÍFICOS DA ÁREA, PROMOVEDO CONTRIBUIÇÕES DESTA AÇÃO INVESTIGATIVA DOCENTE. A ABORDAGEM MOSTROU QUE A PESQUISA DOS ESTUDANTES INCENTIVOU-OS A SEREM ATIVOS NO PROCESSO DA APRENDIZAGEM, OS DEBATES PERMITIRAM A REORGANIZAÇÃO DOS CONCEITOS APLICADOS A ÁREAS TRANSVERSAIS E POR FIM, TOMAREM POSIÇÃO QUANTO À TEMÁTICA OBSERVADA TAMBÉM PELA ANÁLISE DE CONTEÚDO ATRAVÉS DE CONSIDERAÇÕES SOBRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE.

INTRODUÇÃO

O estudo de eletroquímica é visto como de difícil aprendizagem e ensino, segundo Sajuan este “é um conteúdo considerado de difícil compreensão por parte dos alunos, tendo sido apontadas dificuldades conceituais” (SANJUAN, SANTOS, et al., 2009). Muitos alunos apresentam enorme dificuldade neste assunto, já que muitas vezes este é pouco abordado, e esta deficiência os acompanha até os limites da graduação.

Dentro dos conteúdos trabalhados em eletroquímica destacamos o universo de conceitos que envolvem os processos corrosivos, tais como, oxirredução, reações, equilíbrio químico, dentre outros. A dificuldade de aprendizagem dos estudantes perante o tema corrosão e a importância e presença deste no cotidiano dos estudantes foi um aspecto motivador deste trabalho, uma vez que o uso de atividades contextualizadas com a realidade do estudante vem a contribuir não apenas para formação intelectual, mas também para formação cidadã dos mesmos (MERÇON, GUIMARÃES e MAINIER, 2011).

A corrosão está presente no cotidiano das pessoas, seja na indústria, em um eletrodoméstico que apresenta defeito, em um corrimão que sofreu a ação do tempo ou em estátuas expostas pela cidade, como afirma Merçon et al (2011) que também apontam este como um assunto que pode ser trabalhado de maneira contextualizada. Apesar disto, em buscas na literatura não se encontrou muitos trabalhos que realizassem pesquisa em ensino de Corrosão.

Diante de tantas dificuldades, faz-se necessário a busca por metodologias de ensino que abordem o assunto de maneira contextualizada e que atraiam a atenção do aluno. Silva (2011) acredita que uma forma de auxiliar os estudantes a compreender os conteúdos químicos de forma que estes venham a se apropriar do conhecimento ao ponto de utilizá-los em seu cotidiano e auxiliem no processo de tomada de decisões é o ensino contextualizado. Nesta vertente, a autora buscou desenvolver uma proposta de ensino contextualizada, por meio do Estudo de Casos, que viesse a abordar o tema corrosão, com o intuito de desenvolver nos alunos o pensamento crítico e a tomada de decisão.

Neste contexto, traz-se o Estudo de Casos como uma alternativa de ensino que pode apresentar vantagens expressivas no processo de ensino-aprendizagem, além de, ser algo ainda pouco explorado no universo do estudo de corrosão para alunos de graduação. Sá et al (2007) alegam que a busca por novas metodologias para o ensino superior vem sido muito requisitadas e apresentam o Estudo de Casos como metodologia “na promoção de um ensino que vise o desenvolvimento de conteúdos não somente informativos, mas também formativos nos cursos de graduação”.

O presente trabalho tem como objetivo apresentar a metodologia de Estudo de Casos por meio da Resolução de Problemas aplicada ao ensino de corrosão na indústria de petróleo e gás, buscando investigar este conceito juntamente a estudantes de Ensino Superior, como por exemplo, alunos de graduação em Química Licenciatura, como também outros cursos mais específicos da área, promovendo contribuições desta ação investigativa para sua formação docente. Além disso, trabalhar o tema corrosão de um modo social, contemplado dentro do conteúdo eletroquímica; os termos redução, oxidação, corrente elétrica e migração de íons.

METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal de Sergipe (UFS), *Campus* Prof. Alberto Carvalho junto a alunos do 5º período curricular da disciplina Físico-Química II do curso de Licenciatura em Química. A pesquisa apresentou cunho qualitativo investigando as contribuições do uso do Estudo de Casos como metodologia para o ensino de corrosão. A validação dos casos e dos questionários aplicados deu-se por meio de validação técnica, na qual o professor regente realizou a leitura dos mesmos e aprovou aqueles que consideravam pertinentes para estudo em sua classe de acordo com os conteúdos ministrados pelo mesmo. Os casos utilizados neste trabalho foram elaborados de maneira a relacionar corrosão com as tubulações petrolíferas da empresa Petrobrás. Vale salientar que o conteúdo de eletroquímica foi abordado de forma tradicional.

A coleta de dados se deu, inicialmente, pela aplicação de um questionário prévio investigativo, por meio de uma pesquisa participativa, utilizando-se do Estudo de Casos no formato de atividade em pequenos grupos segundo a classificação de Herried (1998). O questionário investigativo possuía a imagem de uma célula galvânica de zinco e Cobre imerso em sulfato de cobre e nos forneceu informações a respeito dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre ânodo, cátodo, suas reações e reação global. As perguntas neste primeiro momento foram: “Seja a figura abaixo. Explique o processo corrosivo”, “Quem é o cátodo e a reação catódica?”. “Quem é o anodo e a

reação anódica?”. “Escreva a reação global”, “Quem é o eletrólito?”, “Qual o sentido da migração de elétrons?”

Apresentou-se aos estudantes histórias/narrativas que continham uma situação-problema, o que requereu conhecimentos químicos para ser solucionada, e ao final foi solicitada a elaboração de um relatório com as respostas obtidas. Os relatórios foram estudados segundo a análise de conteúdo defendida por Moraes (1999).

Inicialmente, o caso “Explosão em gasoduto de petróleo” foi discutido com toda a turma a fim de familiarizá-la com a corrosão específica da Petrobras. Ele abordava um caso verídico de explosão de gasoduto em Carmópolis ocorrido no dia 16/11/2014, cidade de poços on shore, adaptado quanto a sua história, descrito abaixo:

Explosão em gasoduto de petróleo

Josué é um estudante de Química Licenciatura da Universidade Federal de Sergipe, Campus Prof.^o Alberto Carvalho e mora em uma república em Itabaiana porque os seus pais são agricultores na cidade de Carmópolis/Sergipe. Ao assistir o jornal Josué surpreendeu-se com uma notícia que envolvia uma estrutura da Petrobras que fica próximo ao sítio de seus pais.

“Os moradores do município de Carmópolis, situado no leste de Sergipe, passaram por um susto no domingo (16/11/2014) com a explosão de uma das estruturas da Petrobras. Por meio de nota oficial, a Unidade de Operações de Exploração e Produção de Sergipe/Alagoas informou a ocorrência de um incêndio no trecho do gasoduto que liga a estação de Robalo a uma unidade de Carmópolis por volta das 14h30.” (G1 SE, 2014)

Preocupado com seus pais ele ligou imediatamente e sua mãe falou que tinha acontecido uma explosão mesmo, mas, que estava tudo bem com eles e os irmãos do garoto. A situação incomodou o rapaz que curioso iniciou buscas pela possível causa da explosão. Contando com a ajuda dos amigos de curso ele mandou pra eles o seguinte e-mail:

“E aê galera!!! Lembram daquela explosão que teve perto do sítio dos meus pais? Bem, fiquei muito preocupado com a situação e resolvi buscar alguma possível explicação para o caso. Se vocês me ajudarem levo todo mundo pra tomar uma e comer uma comida no fogão de lenha feita por minha mãe lá no sítio! Quem vai? Kkkk...”

Até agora descobri que o gás natural (GN) caracteriza-se hoje como uma nova alternativa, pois gera mais energia com menor consumo e menores impactos ambientais. Assim, acompanha-se crescimento da malha de gasodutos no país. Em Carmópolis o GN apresenta-se com contaminantes como o O_2 , CO_2 e H_2S , pois, ele não passou pelas operações de desidratação, separação, de compressão e de remoção de gases ácidos e então, há diminuição da espessura interna das paredes de dutos uniformemente.

Conto com vocês!! Valeeeew! Josué A. Santos, Graduando em Química Licenciatura, Universidade Federal de Sergipe Campus Prof.º Alberto Carvalho” E então? Ajudem Josué com seu problema! Descubram o motivo possível para a explosão do ducto!

As etapas seguintes de pesquisa nos estudos de casos foram realizadas em encontros posteriores. No segundo momento, os estudantes trouxeram as respostas obtidas para o caso “Explosão em gasoduto de petróleo”, trabalhado na aula anterior, por meio de um pequeno relatório com as informações obtidas.

Os alunos foram divididos em grupos e receberam um caso por grupo, a saber “Vagas para Estágio” e “Aula de campo”, sendo novamente realizada a leitura e problematização dos casos com os discentes. Os dois Estudos de Casos “Aula de campo” e “Vagas para estágio” foram utilizados como pesquisa entre dois grupos de alunos. O primeiro abordava um vazamento identificado durante uma aula de campo por uma discente preocupada com os impactos ambientais e o segundo caso uma questão de concurso exigida para que os estudantes buscassem ajudar a evitar gastos financeiros para a empresa. Os casos utilizados neste trabalho são apresentados a seguir:

Vagas para estágio!

A empresa petrolífera Petrobras, que possui um campo no município de Carmópolis, em Sergipe, lançou um edital com vagas para estagiários. Livardina, aluna do 5º período de Química Licenciatura da Universidade Federal de Sergipe, Campus Prof.º Alberto Carvalho ficou bastante entusiasmada com a oportunidade, principalmente ao descobrir que ela e seus colegas de curso poderiam realizar a prova. Empolgada ela manda logo uma mensagem para seus colegas:

“Olá pessoal! Descobri um concurso com vagas para estágio!! E o melhor podemos fazer a prova para concorrer a vaga!! E aí, ‘vamo’ ou bora? Rrsrsrs...” No dia da prova Livardina e seus colegas de classe se depararam com a questão a seguir:

1 - A Petrobras é uma empresa de extração e refino de petróleo muito importante como fornecedor de combustíveis ao Brasil. Normalmente, seu setor de tecnologia enfrenta inúmeros desafios a serem vencidos através de análises científicas a serem resolvidas. Uma delas é o desafio de unir tubulações de aço carbono sem o processo de soldagem. Isto pode ser feito através de uma luva feita de uma liga de Efeito de Memória de Forma (EMF), aonde por uma ação térmica a liga fecha ou abre prendendo a tubulações conforme Figura 01.

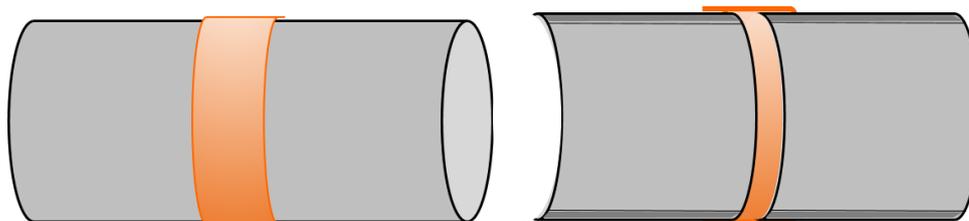


Fig. 1: Tubulação de petróleo envolta pela liga metálica.

Um agravante é que o material da luva é uma liga de CuAlBe, material dissimilar da tubulação, por isso, o metal menos nobre tende a degradar. Além de que, entre as duas tubulações de aço carbono e a luva de CuAlBe existe uma fresta, por esse motivo o aço começa a apresentar furos pequenos e profundos. O meio corrosivo provem de um reservatório de petróleo de campo maduro. De acordo com estas condições a empresa de petróleo pode ter prejuízos financeiros. O que pode acontecer com a tubulação para acarretar o prejuízo e de que forma esse prejuízo pode ser evitado? Suponhamos que vocês estão também fazendo a prova do concurso. Encontrem uma solução para o problema enfrentado pela empresa.

Aula de Campo

Beatriz (Bia) e outros alunos do curso de Ciências biológicas da Universidade Federal de Sergipe, Campus Professor Alberto Carvalho, estavam em aula de campo quando notaram uma área na qual o solo e a vegetação estavam contaminados com petróleo emulsionado com água. Buscaram então descobrir qual o motivo de tal contaminação e descobriram que por ali passava uma tubulação de aço carbono danificada que saia do sistema de elevação “cavalo de pau” e, portanto, contaminava o solo.

Diante disto, Bia resolveu entrar em contato com alguns amigos do curso de Química Licenciatura para dizer o que tinha descoberto em meio as suas investigações e de seus colegas de classe, então ela mandou mensagem para um grupo do whatsapp no qual estavam os alunos:

"Oi gente! Bem, estava numa aula de campo em Carmópolis e vi com o pessoal que o solo e a vegetação estavam contaminados com petróleo emulsionado com água. Descobrimos que tem uma tubulação da Petrobras passando ali e que este campo terrestre produz mais água que óleo, cerca de 90 a 95%, e ela contém O_2 , H_2S , CO_2 , e $NaCl$ em quantidade cinco vezes maior que a água do mar, numa temperatura variando de 40 a 110 °C, sob o efeito de pressão. As tubulações que saem destes sistemas vão até uma caixa coletora, chamada válvula manifold; até chegarem a esta válvula, as tubulações percorrem vários quilômetros de vegetação, por exemplo. Percebeu-se que havia furos pequenos profundos nesta tubulação e assim, contaminou o meio ambiente. Vocês podem nos ajudar? O que está danificando a tubulação? Como poderíamos contornar a situação? ? Vocês ajudarão Bia a responder essas questões!

Para estes dois casos as perguntas que direcionaram os estudantes durante o processo de elaboração do relatório foram às mesmas. As questões com intuito de direcioná-los na busca das respostas da pesquisa foram: “Qual a importância social do sistema antes da corrosão?”, “Quais os danos para o meio ambiente causados?”, “Você acredita que existem muitos gastos anuais com o problema de corrosão neste estudo de caso? Porque? “, “Aborde os aspectos termodinâmicos do estudo de caso”, “Pesquisa das características do caso: a) Qual a forma de corrosão no caso em estudo?, b) Qual a reação global envolvida? Mostre quem é o catodo e o anodo neste caso, c) Qual o meio corrosivo presente no caso? Ele é agressivo? d) Que riscos pode acarretar esta forma de corrosão?, e) Que faria para controlar o processo de corrosão?”, “Desenhe o esquema de fluxo de elétrons no caso abordado”.

Os estudantes realizaram suas buscas na literatura para que os resultados encontrados fossem apresentados no encontro posterior para discussão em grupo. No terceiro encontro, os dados obtidos durante o processo da pesquisa foram compartilhados e os docentes discutiram quais os resultados mais adequados. O quarto encontro, compreendeu a entrega dos relatórios contendo a resolução dos casos propostos. No relatório, os estudantes expressaram suas conclusões do caso.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para Silva e Soares (2013), a busca pelo conhecimento prévio dos alunos permite que o professor e o aluno dialoguem, promovendo a partir das suas concepções uma mudança conceitual nos seus conhecimentos prévios e posterior construção de uma aprendizagem significativa. Diante disto, apresentamos abaixo os resultados obtidos por meio do questionário investigativo utilizado:

Quadro 1: Resultados Questionário investigativo.

Questão	Incorpora (%)	Tangencia (%)	Distancia (%)
“Quem é o anodo e a reação anódica?”	25	25	50
“Quem é o cátodo e a reação catódica?”	12,5	62,5	25
“Escreva a reação global”	25	0	75
“Quem é o eletrólito?”	100	0	0
“Qual o sentido da migração de elétrons?”	75	25	0
“Consegue observar um processo corrosivo? Justifique.”	62,5	25	12,5
“O que você entende por corrosão?”	75	0	25

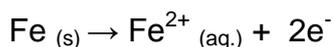
Dos dados do quadro 1 percebe-se a dificuldade dos estudantes em representar corretamente a reação anódica, a reação catódica e a reação global envolvida no processo corrosivo, uma vez que, 75% destes distanciaram-se dos conceitos corretos, uma vez que não identificam as reações do processo.

Pode-se inferir, portanto, dos dados do Quadro 1 que os discentes em sua maioria (75%) compreendem, de forma geral, pelo senso comum o que é um processo corrosivo, avaliado pela perda de massa, mas mostrando dificuldades nos aspectos mais específicos do conteúdo o que é evidenciado pelo grande número de respostas que distanciam-se ou tangenciam-se das explicações encontradas na literatura para abordar cátodos e ânodos, assim como, suas reações. Esta concepção alternativa está de acordo com Caramel e Pacca (2011 p. 23) quando prelecionam que “... os erros conceituais de significação relativos às reações de óxido-redução parecem ser os pontos fundamentais que tornam sem sentido para o aluno o entendimento do funcionamento da pilha e a realização de uma eletrólise”. Por outro lado, o sentido da

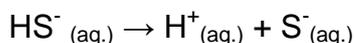
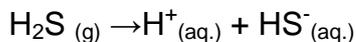
migração de elétrons e o eletrólito são conhecimentos que eles têm assimilado com maior facilidade.

O resultado do questionário investigativo remete a necessidade de expor o conteúdo de uma maneira diferenciada do modo normalmente utilizado, a fim de se obter respostas diferentes. Uma maneira de fazê-lo é incentivar o aluno a desafio, utilizando a metodologia de Estudo de Casos através de resolução de problemas. Através de uma pesquisa sobre a temática em diversos ângulos, provavelmente, eles tenderão a formar uma posição dos conceitos básicos de reação de oxirredução por serem aplicados.

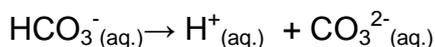
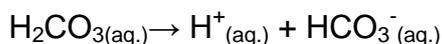
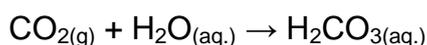
Assim sendo, o primeiro estudo de casos trabalhado foi direcionado de forma a familiarizar os estudantes com a metodologia e a corrosão específica da área de petróleo e gás. Para tal, formaram-se grupos e a leitura do caso foi realizada com os alunos, instigaram-se estes para que falassem suas ideias e possíveis formas de se chegar a um resultado. Após a apresentação e discussão sobre o caso, os estudantes puderam recorrer à literatura para que buscassem respostas e fundamentação para as teorias já formuladas. Os alunos constataram que se houve diminuição da espessura interna do duto, logo, o ferro no aço sofre corrosão, reação de oxidação.



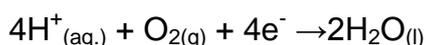
O H₂S se dissocia em meio aquoso:



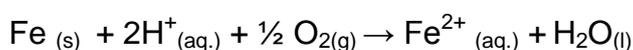
O CO₂ reage com a H₂O e depois se dissocia:



Os gases ácidos, H₂S e CO₂, produzem íons H⁺. Assim, a reação catódica ocorre com as espécies em solução (H⁺ e O₂) e estes recebem elétrons do ferro:



Logo, a reação global:



O esquema de fluxo de elétrons no caso gasoduto será:

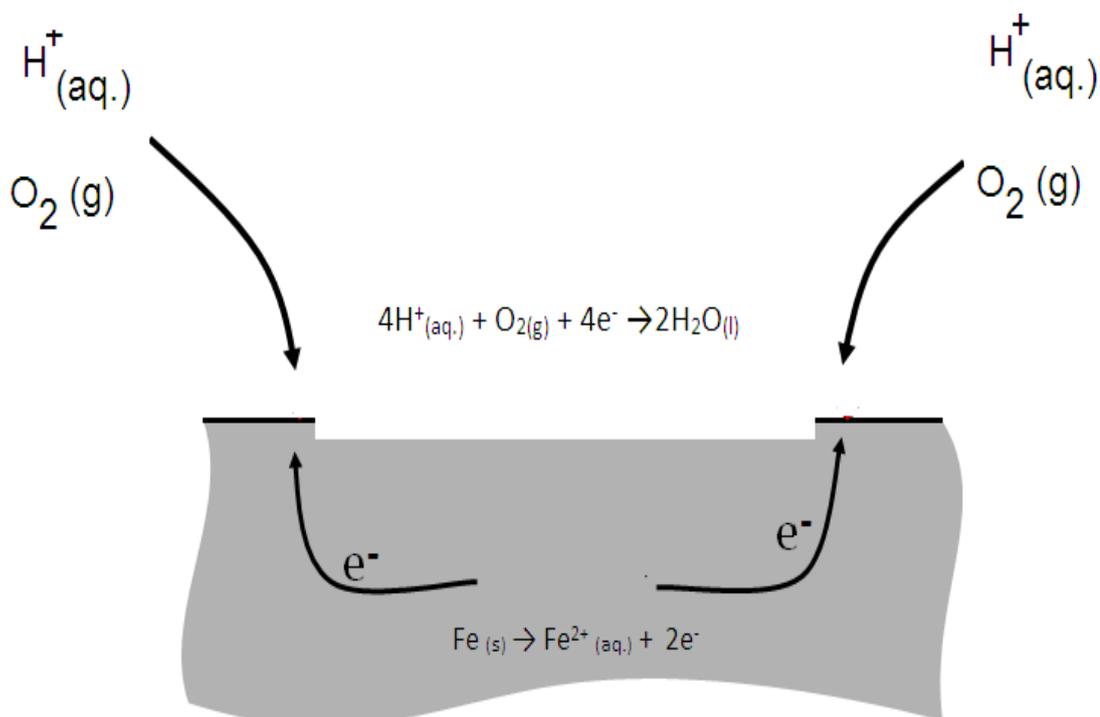


Figura 2 – Fluxo de elétrons na corrosão do gasoduto.

Para os casos subsequentes os grupos receberam seus respectivos casos, tendo dois grupos casos iguais com o intuito de realizar posterior debate entre os grupos. Mais uma vez, problematizaram-se os casos por meio da leitura e os estudantes formularam suas respostas e buscaram fundamentação para elas na literatura. Com os resultados em mãos, abriu-se para debate e exposição de ideias. O processo de debate em sala foi bastante rico no qual alguns buscaram formular suas respostas e alguns colegas melhoravam ou contestavam a resposta do outro mostrando uma dinâmica interessante para ser trabalhada. Confrontando suas teorias alguns estudantes reviram seus resultados, retornaram a literatura e entregaram as resoluções obtidas por meio de relatório em aula posterior.

A partir da análise dos relatórios, em consonância com a análise de conteúdo defendida por Moraes (1999), obteve-se a corrosão como categoria, sendo a discussão principal. A categoria corrosão já era esperada uma vez que este era o tema gerado dos casos e em volta do qual ocorriam os problemas a serem solucionados.

As categorias baseadas nos aspectos econômico, conceitual e ambiental, distribuíram-se nos tópicos trabalhados pelos estudantes, onde pôde-se identificar o discernimento dos estudos de casos por uma perspectiva na qual relacionavam Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) discorrendo sobre os impactos ambientais e os prejuízos financeiros gerados pela corrosão, de que forma o processo corrosivo poderia ser evitado e abordando os conceitos envolvidos neste processo eletroquímico. Um dos grupos abordou também a importância que os campos petrolíferos trazem para a sociedade gerando diversos empregos diretos e indiretos, impulsionando desta forma a economia local, o que ressalva a perspectiva CTS percebida pelos estudantes durante a pesquisa.

Quadro 2: Categorização dos relatórios.

Categoria	Unitarização	Exemplos de unidade
Corrosão	Deterioração de materiais	G1 "...deterioração de um material... ação química ou eletroquímica"
Tipos de Corrosão	Frestas/puntiforme	G3 "A corrosão por frestas ocorre entre metais."
Impactos Ambientais	Riscos ao meio ambiente/ vida humana	G4 "...traz inúmeros malefícios ao meio ambiente quanto aos seres humanos..."
Aspectos Econômicos	Prejuízos/gastos	G4 "...amargos prejuízos financeiros decorrentes desse processo químico."
Termodinâmica	Espontaneidade	G1 "... geram as corrosão geralmente espontâneos..."
Cátodos e ânodos	Cátodo/ânodo/Cu/Fe	G3 "...orientados pelo cátodo...os elétrons sairão do Fe da tubulação ... o ânodo..."
Reações de oxirredução	Transferência de elétrons/oxidação/redução	G1 "...elétrons sairão do Fe.."
Eletrólitos	Gerar corrosão/eletrólitos/meio corrosivo	G3 "Essas impurezas irão reagir e serão os eletrólitos presentes no meio."
Evitar corrosão	Revestimentos/inibidores/tratamento químico ou eletroquímico	G4 "...modificação do meio corrosivo ... empregando inibidores. E a utilização de revestimentos protetores..."

Os estudantes mostraram grandes avanços conceituais no que diz respeito aos dados obtidos, abordaram os aspectos termodinâmicos de forma a relacioná-los com a espontaneidade dos processos, associaram os gastos e prejuízos gerados pelos processos corrosivos com impactos sociais e ambientais. Explicaram corretamente os cátodos e ânodos envolvidos em cada reação corrosiva além dos tipos de corrosão que encontraram. Exemplificaram também de maneira correta formas de evitar o processo corrosivo.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos podemos afirmar que a metodologia atendeu aos objetivos da pesquisa, uma vez que os estudantes ao resolverem os Estudos de Casos por meio da Resolução de Problemas na Indústria de Petróleo e Gás

desenvolveram habilidades para a compreensão de novos conceitos envolvidos nos processos eletroquímicos da corrosão neste setor. Foi possível, ainda, comprovar por meio dos comportamentos dos estudantes a troca de informações acerca da resolução dos casos, o que evidencia a possibilidade de trabalho em grupo dos mesmos e as novas concepções adquiridas, potencializada pela metodologia de pesquisa desenvolvida, após validação técnica.

O processo de debate em sala foi uma dinâmica interessante trabalhada com confrontação das teorias e algumas revisões de seus resultados. As categorizações da análise de conteúdo dos relatórios revisados, a saber, os impactos sociais, termodinâmicos, financeiros e ambientais causados por estes; vislumbrando o todo, por uma perspectiva que relaciona Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no Ensino Superior (ou Ensino Técnico especializado) foi feito para identificar novos conceitos. Assim, trabalhar os estudos de casos com os alunos mostrou uma melhora significativa no entendimento de termos específicos tais como cátodo e ânodo apesar de alguns ainda apresentarem resistência a escrever as reações envolvidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMEL, N.J.C.; PACCA, J.L.A. Concepções alternativas em eletroquímica e circulação da corrente elétrica. **Caderno Brasileiro Ensino de Física**, n. 28, p. 7-26, 2011.

CASTILHO, R.A. Experimentação em sala de aula. In: Dia-a-dia Educação –

HERREID, C. F. 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, 1998.

MERÇON, F.; GUIMARÃES, P. I. C.; MAINIER, F. B. Sistemas Experimentais para o Estudo da Corrosão em Metais. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 1, p. 57-60, Fevereiro 2011.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, v.22, n. 37, p. 7-32, 1999.

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

SANJUAN, M. E. C. et al. Maresia: Uma Proposta para o Ensino de Eletroquímica. **Química Nova na Escola**, p. 190-197, 2009.

SILVA, C. B. **Estudo de Casos: Um ensino contextualizado sobre corrosão**. UFRGS. [S.l.]. 2011.