

Estudo de caso por meio de experimentação: uma atividade para o ensino de métodos eletrolíticos.

Wellington Francisco (PQ)

10welington@bol.com.br

Rua Badejós, Lote 7, Chácara 69/72, s/ nº, Zona Rural, Caixa Postal 66, CEP 77402-970.

Palavras-Chave: Estudo de caso, experimentação, educação científica humanística.

RESUMO: O presente trabalho aborda a utilização de um estudo de caso como instrumento metodológico, aplicado em uma aula experimental da disciplina Fundamentos de Química Analítica II, aos estudantes do quinto período do curso de Engenharia Biotecnológica da Universidade Federal do Tocantins. A atividade envolveu a resolução de um caso sobre métodos eletrolíticos, intitulado ENSINANDO UM ESTAGIÁRIO A FAZER ANÁLISES..., usando a experimentação investigativa para resolvê-lo. A coleta de dados foi feita por meio da entrega de quatro relatórios, referente aos grupos montados na aula. Para a análise dos relatórios, considerou-se a capacidade dos estudantes de relacionar os conceitos científicos em uma abordagem humanística. Os resultados mostraram que os estudantes se preocuparam em desenvolver os textos direcionados para o estagiário, com o cuidado de explicar todos os conceitos científicos envolvidos e mantendo sempre um diálogo com o estagiário, proporcionando condições necessárias para a aprendizagem.

INTRODUÇÃO

Na busca de novos horizontes para a educação brasileira, Paulo Freire ressaltou que:

A educação libertadora, problematizadora, já não pode ser o ato de depositar, ou de narrar, ou de transferir, ou de transmitir “conhecimentos” e valores aos educandos, meros pacientes, à maneira da educação “bancária”, mas um ato cognoscente. (FREIRE, 1987, p. 39).

Assim, esse ato cognoscente tem como objetivo desafiar os educandos para uma nova visão do mundo e com o mundo, eles conseguem se autotransformar e transformar a própria realidade com suas análises críticas (FREIRE, 1987). No entanto, Freire (1987) aponta que o ato cognoscente pode ser feito por meio da ação dialógica entre educador e educando, por meio de situações problemas ou problematizações que permitem uma maior reflexão, um maior desvelamento da realidade e uma maior compreensão da situação existencial que o estudante está centrado.

Ademais, o ensino via CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) também pode proporcionar tais autotransformações e reflexões críticas. Com isso, Santos (2008) destaca que:

A educação científica crítica significa fazer uma abordagem com a perspectiva de questionar os modelos e valores de desenvolvimento científico e tecnológico em nossa sociedade. Isso significa não aceitar a tecnologia como conhecimento superior, cujas decisões são restritas aos tecnocratas. Ao contrário, o que se espera é que o cidadão letrado possa participar das decisões democráticas sobre ciência e tecnologia, que questione a ideologia dominante do desenvolvimento tecnológico (SANTOS, 2008, p. 114).

Esta perspectiva está centrada na proposta de ensino de CTS humanística, recuperando e resgatando a concepção de Paulo Freire para a educação. Nesta linha, autores como Auler (2002), Santos e Mortimer (2000) e Auler e Delizoicov (2006) já vinham discutindo e ampliando o movimento CTS na perspectiva freireana. Aliado a isso, Santos (2008) ressalta que essa ampliação do movimento CTS busca diminuir os extremos entre as pessoas pobres e ricas no processo de globalização atual, além de permitir debater sobre assuntos sobre a exclusão tecnológica.

Nesses intuitos, o uso de estudo de casos (EC) como metodologias de aprendizagens pode favorecer o processo dialógico e o ensino CTS humanístico, permitindo que os estudantes exercitem a análise crítica sobre determinada situação e/ou exclusão. Isso acontece naturalmente sob dois aspectos: (1) *o professor*: atua como mediador dos estudantes, orientando-os na identificação, na busca de informações, nas possíveis soluções e no incentivo a reflexão sobre as decisões tomadas e as prováveis consequências (SÁ e QUEIROZ, 2009); (2) *os estudantes*: conseguem sair da passividade, saem da opressão das informações e refletem sobre suas próprias condições sociais e humanas, dependendo da proposta do caso.

A metodologia baseada em EC proporciona aos estudantes uma autonomia na aprendizagem, pois permite explorar os conhecimentos científicos em diferentes e complexas ocasiões. É um método que surgiu a partir da Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem Based Learning*, PBL) que foi originada na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, no Canadá. Além de utilizada na medicina, o PBL também é empregado nos cursos de direitos e psicologia (HERREID, 1998). Para a produção dos casos, uma estória vivenciada por pessoas ou comunidades é contada na forma de uma narrativa, com personagens e um dilema para resolver. Para solucionar os dilemas, os estudantes acabam interagindo e se familiarizando com a estória, forçando-os a tomar determinadas decisões para solucionar os problemas vividos (SÁ, FRANCISCO e QUEIROZ, 2007).

Sobre os casos planejados, Herreid (1998) aponta como bons casos, aqueles com as seguintes características: (i) narrar uma estória; (ii) apresentar diálogos entre os personagens; (iii) ter uma extensão que não canse o leitor; (iv) despertar o interesse pelos dilemas; (v) conquistar o leitor pelos personagens; (vi) ser relevante para o leitor; (vii) provocar conflitos e forçar uma tomada de decisão para tentar resolvê-lo; (viii) ter papel pedagógico e (ix) provocar generalizações. Todas essas características tem a capacidade de envolver os estudantes como se eles fizessem parte da estória, impulsionando-os a resolver o caso buscando o máximo de informações.

Estudos realizados por Sá e Queiroz (2009) apontaram variadas utilidades dos estudos de casos no ensino de químico, destacando-se: introduzir conteúdos disciplinares; desenvolver a capacidade de tomar decisões; mostrar diferentes aplicações da química; estimular a comunicação oral e o debate; trabalhar em grupo e proporcionar o pensamento crítico.

Sá (2010), utilizando da produção e aplicação de estudo de casos para a promoção da argumentação de questões sócio-científicas de estudantes de ensino superior de química, verificou dois aspectos: (1) que os casos podem ser divididos em três eixos: *casos estruturados* – indicam claramente o problema enfrentado pelos personagens, podendo ter várias soluções; *casos mal-estruturados* – não definem o dilema vivido abertamente, ficando a tarefa de identificar e resolver o caso para os estudantes; *casos de múltiplos-problemas* – podem apresentar diversos problemas durante a estória para chegar à solução; e (2) que os argumentos dos estudantes são pautados nas falas do próprio professor e que não apresentam discussões reflexivas sobre as questões sócio-científicas, mas que quando os estudantes são orientados

sobre as características da argumentação, os resultados são mais promissores e complexos do ponto de vista estrutural.

Em um estudo de caso sobre poluição da água desenvolvido com estudantes do ensino médio, Silva, Oliveira e Queiroz (2011) assinalaram que para a busca de soluções para o caso, os estudantes se engajaram na pesquisa sobre as mais variadas formas de poluição aquática, conseguiram analisar os dados e as informações e apresentaram excelentes tomadas de decisões e soluções que reforçaram a reflexão crítica sobre aspectos sociais, científicos e ambientais.

A resolução dos casos pode ser feitas de diferentes formas. Sejam na forma de pesquisas e buscas de informações necessárias, seja na relação entre conhecimentos científicos, sociais, ambientais, humanísticos, políticos etc, ou na forma de investigações experimentais (experimentação investigativa). Neste último caso, o professor pode usar o estudo de caso (ou uma situação-problema) para que os estudantes desenvolvam habilidades de investigação, manipulação e comunicação dos dados (PRO, 1998). Ademais, o ensino por investigação proporciona a realização de pequenas pesquisas, combinadas com os conceitos científicos envolvidos, os procedimentos e atitudes a serem tomadas pelos alunos (POZO, 1998).

A experimentação investigativa vai de encontro com o método de estudos de casos. Segundo Hofstein e Lunetta (2003), em um estudo de revisão bibliográfica referente a atividades de laboratório, a abordagem investigativa implica em questões de planejamento, montagens experimentais, coletas e interpretações de dados e comunicação ou apresentação dos resultados. Essas competências e habilidades permitem os estudantes se libertarem da passividade de serem meros receptores e executores de instruções, ao contrário do que ocorre na abordagem tradicional. Isso aliado à capacidade de tomada de decisão e relação com aspectos sociais, ambientais, humanísticos etc, favorecem uma melhor aprendizagem.

Com isso, o objetivo desse trabalho é verificar como a experimentação investigativa influenciou na resolução dos estudos de casos propostos, além de averiguar como as resoluções apresentadas pelos estudantes estão relacionadas às questões voltadas para a proposta de ensino de CTS humanística.

METODOLOGIA

A atividade foi desenvolvida em uma aula experimental da disciplina de Fundamentos de Química Analítica II, com a turma do quinto período do curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi. Participaram vinte estudantes divididos em duas turmas: uma com onze alunos e a segunda com nove. As aulas tiveram duração de duas horas para cada turma e o tema trabalhado foi os **métodos eletrolíticos**.

Para a aula experimental foi desenvolvido um estudo de caso (Figura 1). O caso envolvia os conceitos de eletroquímica, mas especificamente as reações eletrolíticas. Entretanto, a solução do caso só era possível com o uso de atividade experimentais. Essa atividade teve um caráter de experimentação investigativa, não sendo passado nenhum procedimento prévio. Os estudantes receberam o caso, que foi lido pelo professor em voz alta e aberto para discussões prévias. Foi ressaltado que a elaboração dos relatórios deveria apresentar solução ou soluções para o caso proposto e que não tinha nenhuma restrição quanto à modelo e/ou estrutura do relatório.

ENSINANDO UM ESTAGIÁRIO A FAZER ANÁLISES...

Você acabou de receber um convite de emprego para trabalhar na SANEATINS, empresa de saneamento ambiental no estado do Tocantins, devido aos seus serviços prestados em análises de águas. Basicamente, as análises focavam amostras de águas contaminadas por corantes ou compostos orgânicos, que você realizava no laboratório de química da UFT como atividade de extensão e pesquisa.

Empolgado e/ou empolgada com a oportunidade, aceita o convite. Entretanto, uma das condições da empresa é que continue existindo um estagiário da universidade para realizar essas análises. Assim, a primeira tarefa que a SANEATINS faz a você é: ensinar o novo estagiário. As análises baseiam-se em métodos eletrolíticos, que oferecem uma série de benefícios voltados para processos verdes (um dos propósitos da empresa) e que são fundamentados pelos conceitos de eletroquímica.

Com isso, seu objetivo é mostrar ao novo estagiário como são feitas as análises eletrolíticas e explicar todas as etapas, procedimentos e conceitos envolvidos nos processos. COMO VOCÊ FARIA PARA ENSINAR O ESTAGIÁRIO E COMEÇAR COM O PÉ DIREITO NO SEU NOVO EMPREGO?

Figura 1. Estudo caso apresentado na aula experimental sobre métodos eletrolíticos – reações com uso de corrente elétrica.

A atividade experimental envolveu o uso de métodos eletrolíticos para promover a purificação de águas contaminadas com corantes e compostos orgânicos. Foram realizados dois experimentos em microcélulas, utilizando materiais alternativos como seringas e cliques, além de soluções que simulavam a contaminação por corantes (indicador azul de timol) e compostos orgânicos (ácido acético). Os estudantes montaram as células eletrolíticas, fizeram as conexões elétricas adequadas para cada reação eletrolítica e executaram os experimentos. Ao final, coletaram os dados e questionaram sobre alguns resultados obtidos, com o intuito de desenvolver os relatórios.

Assim, sem os resultados e suas discussões os estudantes não conseguiriam resolver o caso. A solução do caso foi entregue na forma de relatórios, constituindo-se a coleta de dados. Foram entregues quatro relatórios, adotando como referencial para análise Santos (2008) sobre educação científica humanística (ou ensino CTS humanístico), dentro da perspectiva de Paulo Freire (1970) – de que a educação é um processo humano e que está fundamentada na transmissão e geração de valores.

Quanto às análises, foi verificado o quanto os estudantes conseguiram envolver os conceitos científicos presentes nos métodos eletrolíticos com as condições humanas, inserindo-as como aspectos essenciais para a modificação do contexto sociopolítico a partir da educação. Ademais, explorou-se qual o papel da experimentação investigativa na resolução dos casos propostos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O caso aplicado na aula pode ser classificado como um caso estruturado, pois apresenta de forma explícita o problema a se resolver. Contudo, olhando na abordagem da experimentação investigativa, o caso pode ser considerado como de múltiplos-problemas. Esta reclassificação é justificada pelas tarefas e procedimentos

que os estudantes tinham que desenvolver durante a atividade experimental, para conseguir alcançar resultados que permitissem a resolução do caso. Sem esses resultados, a resolução do caso ficaria comprometida e superficial.

Em relação ao caso proposto e apresentado, foram entregues quatro relatórios pela turma. Como o problema estava relacionado em ensinar um estagiário a desenvolver as análises de purificação da água, os estudantes deveriam explicar os conceitos científicos envolvidos direcionado ao estagiário. Em um dos relatórios, o grupo fez apenas uma menção sobre o treinamento de estagiário, sem direcionar a explicação para ele. O trecho a seguir representa essa alusão:

“A partir de tais conceitos foram selecionados para o treinamento de um estagiário, responsável pelas análises de amostra de águas contaminadas por corantes ou compostos orgânicos (...).”

No decorrer da escrita dos estudantes não há mais nenhum direcionamento ao estagiário, mas sim, uma linguagem técnica-científica de relatório muito boa. Isso evidencia que a resolução do caso não foi feita, uma vez que a solução deveria centrar em como ensinar o estagiário. Desta forma, o ser humano (estagiário) deveria ser o principal foco no relatório. Tais resultados apontam que os estudantes se importaram mais em escrever um relatório científico padrão e não se atentaram na resolução do caso em si. Tal abordagem sai do escopo da educação científica humanística, pois centra apenas nos conhecimentos científicos sem se dar valor na pessoa e suas condições existenciais.

Contudo, o processo de aprendizagem dos estudantes pôde ser verificada durante a análise do relatório, pois os estudantes conseguiram explicar o tratamento da água realizado, utilizando de termos, conceitos e simbologia (as equações químicas) de eletrólise corretamente. Os trechos a seguir exemplificam esse processo de aprendizagem:

“Os processos eletrolíticos consistem basicamente na aplicação de energia elétrica em eletrodos separados, dispostos paralelamente e mergulhados na solução a ser tratada, a fim de melhorar sua qualidade sob o ponto de vista sanitário e ambiental”

“Na solução foi adicionado sulfato de sódio (Na_2SO_4) que atuou como eletrólito ou “carregador dos elétrons” liberando íons, servindo como condutor de eletricidade.”

“Um dos eletrodos de ferro (clip) foi usado para fornecer íons metálicos para a formação de hidróxido de ferro (II ou III), pouco solúvel, que por sua vez possui a capacidade de absorver o corante presente na solução.”

Note que os estudantes explicaram muito bem as evidências experimentais que foram observadas durante a aula prática. Esse resultado mostra que os estudantes pesquisaram e buscaram as informações e os conceitos para explicar as mudanças macroscópicas obtidas. No entanto, observa-se no segundo trecho o termo “carregador dos elétrons” que está inadequado para uma linguagem científica e não haveria a necessidade de inseri-lo, pois o conceito dentro do termo eletrólito é autossuficiente para explicar a condução da eletricidade.

Já nos outros três relatórios, os estudantes direcionaram todas as explicações dos conceitos e procedimentos que foram realizados para os estagiários. O relatório do grupo 1 e 3 iniciou a primeira frase do relatório com a palavra estagiário, enquanto o

grupo 2 fez um pequeno contexto para depois direcionar as explicações para o estagiário. Os exemplos a seguir demonstram isso:

“Bom dia João Paulo, seja bem vindo! Eu sou a Engenheira de Biotecnologia que irá orientá-lo sobre as técnicas e tecnologias adotadas aqui na empresa.” (Grupo 1)

“Estagiário, dentro deste contexto a proposta de trabalho de hoje será a realização de análises baseadas em métodos eletroanalíticos para recuperação de água contaminada.” (Grupo 2)

“Estagiário, antes de começarmos a fazer as análises de águas contaminadas, é importante que você saiba qual a técnica que será utilizada, os conceitos de eletroquímica, as análises eletrolíticas, etapas e procedimentos envolvidos nos processos”. (Grupo 3)

Esses três trechos foram extraídos dos relatórios dos estudantes. É importante salientar que, apenas os grupos 1 e 3 se dirigiram diretamente ao estagiário no início do texto. Esse contato imediato e logo de início demonstra a preocupação dos estudantes com o estagiário, pois sabem que é importante que o estagiário aprenda bem as análises e que essa aprendizagem está relacionada à sua primeira atividade como nova funcionária da empresa. Ademais, evidencia que o mais importante é a pessoa (estagiário) e seu aprendizado, priorizando a condição humana frente ao conhecimento científico e ressaltando que “não existe educação fora da sociedade humana e que ela deve ser voltada para as condições humanas” (SANTOS, 2008, p. 114).

O grupo 2 mencionou o estagiário apenas depois de apresentar e discutir os conceitos relacionados aos métodos eletroquímicos que seriam utilizados para purificar a água. Vale explorar aqui que é essencial discutir os conceitos científicos para “ensinar” o estagiário e que constitui no processo de aprendizagem dos estudantes, porém, a atenção deve ser focada para o estagiário porque era a proposta do caso. Debatendo os conceitos científicos antes, a importância do estagiário fica em segundo plano, descaracterizando o enfoque humanístico que a educação deve possuir para que homens e mulheres sejam inseridos no mundo globalizado e tecnocrata.

O que o grupo 1 fez, utilizando um nome fictício para o estagiário vem totalmente de encontro com a ideia de que a educação é sempre um processo humano (FREIRE, 1970). Dialogar com outra pessoa pelo nome mostra que essa interatividade é que proporcionará o conhecimento de forma mais agradável e eficaz, muito além da “educação bancária” que Paulo Freire denominou (FREIRE, 1987). “No processo dialógico, os sujeitos encontram-se em cooperação para transformar o mundo” (SANTOS, 2008, p. 115). Esse mundo, nada mais é que desenvolver as habilidades e competências necessárias para que o estagiário consiga aplicar as técnicas de purificação da água.

No decorrer do relatório, os três grupos continuam exemplificando e direcionando para o estagiário os procedimentos que ele deve seguir, as mudanças macroscópicas que ocorrem e possíveis conclusões. Todas essas etapas foram as que os estudantes realizaram e observaram durante a atividade experimental no laboratório. Essa preocupação em alertar o estagiário a todo o momento possivelmente está relacionado com observações feitas na experimentação investigativa. Como não foi discutido nada antes com eles e nem passado um procedimento para a prática, os estudantes ficaram bastante atentos nos resultados e nas mudanças macroscópicas

que ocorriam. Ademais, questionavam toda hora as observações, demonstrando interesse e curiosidade nas explicações. O fato dos estudantes colocarem tais “avisos” para o estagiário mostra a importância nos valores humanos, sem oprimi-los durante o conhecimento científico e concomitantemente, evidencia o desenvolvimento da aprendizagem.

Os trechos a seguir demonstram as afirmações supracitadas:

“Desta forma João Paulo, podemos considerar que a coloração da solução é alterada, partindo do rosa ao azul, tornando o meio básico, devido a elevação do pH, e por consequência, ocorre a retirada do corante da água, que é absorvido pelo hidróxido de ferro (Fe^{2+}) tornando a água pura.” (Grupo 1)

“Estagiário, como você pode notar, o nosso objetivo foi alcançado, pois no final tivemos uma água límpida, livre de corantes, com isso, podemos concluir que o método utilizado é eficaz, de fácil procedimento e baixo custo.” (Grupo 2)

“Estagiário, ao conectar a fonte você irá observar os seguintes dados: 1) Formação de bolhas próximas do eletrodo, pois o ferro que estava no seu estado reduzido foi oxidado, passando de Fe^0 a Fe^{2+} e a redução que ocorre é a redução da água (...); 2) Observa-se que o hidróxido ferroso $Fe(OH)_2$ começa a sedimentar com formação de uma coloração azul, insolúvel em H_2O .”

Observa-se nos trechos acima que a linguagem científica está de acordo para explicar os fenômenos químicos que ocorreram durante a aula. Ademais, as explicações feitas pelos estudantes estão adequadas e corretas dentro dos conceitos químicos envolvidos, demonstrando que a resolução do caso por meio da experimentação proporcionou os conhecimentos químicos necessários para os métodos eletrolíticos trabalhados.

Uma atenção especial foi dada às explicações dos conceitos químicos envolvidos nas análises. Os estudantes buscaram detalhar as explicações, exemplificando, mostrando a importância e aplicabilidade das técnicas eletrolíticas. Veja os trechos a seguir:

“Para iniciar o processo temos aqui duas amostras de águas contaminadas, uma por corante e outra por compostos orgânicos (...) Esse corante é composto por um eletrólito inerte, que é uma substância que, dissociada ou ionizada, origina íons positivos e íons negativos, pela adição de um solvente ou aquecimento, tornando-se um condutor de eletricidade, porém não reage com a solução, sendo utilizado para minimizar o fenômeno de migração dos íons eletroativos, causada pelo campo elétrico.” (Grupo 1)

“Estagiário, a segunda análise é um método indireto, que são os que não atuam direta e exclusivamente sobre o líquido a se tornar puro.” (Grupo 2)

“O tratamento eletrolítico, porém, pode ser utilizado em qualquer efluente líquido, seja para desinfecção ou transformação das substâncias poluidoras. Associado ao tratamento fotoquímico, que utiliza radiação ultravioleta, o sistema eletrolítico mostrou-se eficiente na degradação de um corante encontrado em águas descartadas pelas indústrias, como por exemplo, a têxtil.” (Grupo 3)

Nota-se a preocupação em detalhar minuciosamente alguns conceitos químicos e diferentes aplicações das técnicas eletrolíticas. Cabe destacar que houve alguns equívocos conceituais durante as explicações, alguns termos incorretos e incoerentes, mas mostra que o processo de aprendizagem por meio da resolução do caso foi eficiente e promissor em outras atividades. Assim, esta abordagem proposta pelos estudantes vai além dos conhecimentos científicos tecnológicos que o estagiário deve ter para a execução das tarefas, pois a pessoa que se encontra neste treinamento será capaz de analisar todas as possibilidades desses conceitos e buscar melhoramentos em futuras análises. O amparo demonstrado pelos estudantes no relatório evidencia o futuro comportamento e comprometimento do estagiário na empresa e em termos de aprendizagem, ressalta diversas habilidades e competências adquiridas pelos estudantes durante a elaboração dos relatórios.

Em relação a possíveis conclusões para o estagiário, de acordo com os resultados obtidos da experimentação investigativa, os grupos 2 e 3 se preocuparam em dar um “apoio moral” e boa sorte para o estagiário nas demais análises. Tais afirmações ressaltam a educação científica humanística, pois além de debaterem sobre diversos conceitos químicos envolvidos e ensinar as técnicas apropriadas para as análises, os estudantes se mostraram saudosos e esperançosos com o futuro do estagiário. Isso demonstra a chamada educação libertadora (FREIRE, 1970), pois os estudantes acreditam que o estagiário está apto a desenvolver as atividades por conta própria e ser capaz de tomar suas decisões a qualquer momento.

“Estagiário, espero que tenha aprendido o suficiente para poder executar sozinho essas posteriores análises, mas por via das dúvidas é só seguir o roteiro de materiais usados e procedimento referente que você terá muito sucesso. BOA SORTE!!” (Grupo 3)

“Então, estagiário com isso pode-se perceber que o experimento foi satisfatório eficaz, pois o objetivo das análises foram alcançadas com sucesso. Agora espero que você desempenhe um ótimo papel na empresa e siga corretamente as instruções para seu sucesso nas próximas análises.” (Grupo 2)

Cabe destacar aqui uma preocupação que os estudantes possuem das atividades experimentais darem “certo”. Mais do que isso, é interessante que durante as atividades experimentais os estudantes se preocupem com as mudanças ocorridas e com os dados coletados, pois sendo coerente ou não com a literatura, o processo de aprendizagem se centra na capacidade de busca e de explicações do que aconteceu durante a atividade. Esse espírito pode ser alcançado pelo uso dos estudos de casos, tornando-o um instrumento metodológico promissor no processo de ensino-aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sem dúvidas, o emprego de estudos de casos no ensino de química pode contribuir bastante na aprendizagem dos estudantes, seja no ensino fundamental e/ou médio ou no ensino superior. Ele permite abordar questões desde natureza sociocientífica e científica, desenvolvidos pelo Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos (GPEQSC) (SÁ e QUEIROZ, 2009), até abordagens CTS humanísticas apresentadas neste trabalho.

Esta última perspectiva traz em destaque as condições educacionais apresentadas por Paulo Freire de que a educação perpassa pelas condições humanas e suas relações existenciais com o mundo (FREIRE, 1970). Assim, este trabalho buscou mostrar como estudantes do ensino superior da Universidade Federal do Tocantins conseguem relacionar a resolução de um caso em tais perspectivas.

Da análise dos relatórios entregues sobre o caso ENSINANDO UM ESTAGIÁRIO A FAZER ANÁLISES..., pode-se considerar que os estudantes evidenciaram as condições humanas como valores pessoais, importância no tratamento, lotação na experiência vivida dentre outras para desenvolver a resolução do caso. Talvez essa nem fosse à prioridade dos estudantes, mas para a solução do caso tais questões deveriam estar presentes nos relatórios.

Vale destacar que muitas dessas considerações foram influenciadas pela abordagem experimental investigativa, pois os próprios estudantes foram desenvolvendo habilidades específicas, como desenvolver o procedimento para as análises, montar os aparatos, observar as mudanças ocorridas, analisar os dados obtidos, pesquisar informações necessárias e produzir um relatório informativo, descrevendo e explicando conceitos químicos direcionados à aprendizagem de outra pessoa.

A atenção nos detalhes observados na aula experimental e a preocupação em alertar o estagiário mostra que a experimentação investigativa proporcionou um bom aprendizado por parte dos estudantes. Mesmo que esse não fosse o objetivo principal, os estudantes teriam que aprender tais conceitos para discutir os resultados e explicar os conceitos químicos envolvidos para o estagiário. Desta forma, pode-se inferir que houve um aprendizado por parte dos estudantes e que a partir disso, eles foram capazes de elaborar relatórios com um enfoque nas condições humanas para ensinar o novo estagiário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. Tese de Doutorado em Educação – Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Educação CTS: articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. **Las Relaciones CTS en la Educación Científica**, 2006.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**, 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

HERREID, C.F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.

HOFSTEIN, A.P. e LUNETTA, V. The laboratory science education: Foundation for the twenty-first century. **Science Education**, v. 88, p. 28-54, 2003.

POZO, J.I. (Org.). **A solução de problemas**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

PRO, A. Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las classes de ciencias?
Enseñanza de las Ciencias, 16 (1), 21-41, 1998.

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

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

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

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria**, v. 1, n. 1, p. 109-131, 2008.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2000.

SILVA, O. B.; OLIVEIRA, J. R. S. de.; QUEIROZ, S. L. SOS Mogi-Guaçu: Contribuições de um Estudo de Caso para a Educação Química no Nível Médio. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 3, p. 185-192, 2011.