



CONTRIBUIÇÕES DO ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA CTS PARA A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS CIENTÍFICOS

Consensual Aspects of the Nature of Science and its Implications for Chemistry Teaching

RESUMO

Victor A. Bianchetti Rodrigues

victorbianchetti@gmail.com

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, PR, Brasil.

Ana Luiza de Quadros

ana.quadros@uol.com.br

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, Brasil, <http://orcid.org/0000-0001-9175-7604>

Ao optar por um ensino baseado no contexto, a ênfase se dirige para o tema e os conceitos são usados para potencializar a compreensão desse tema, mediante a articulação deles com os domínios social e tecnológico. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de investigar contribuições do ensino de Química na perspectiva CTS para a apropriação de conhecimentos científicos. Para isso desenvolvemos uma sequência didática temática com duas turmas de Educação de Jovens e Adultos. Analisamos o desempenho dos estudantes nos instrumentos de avaliação formal da escola antes e após essa experiência acontecer e ancoramos essa análise nos vídeos das aulas, que foram gravadas. Percebemos um incremento no interesse e no envolvimento dos estudantes em relação às aulas anteriores e um desempenho nas avaliações bem acima do anteriormente apresentado. Com isso, argumentamos pela importância de desenvolver aulas de Química com temas de relevância social e científica, que promovam um maior envolvimento dos estudantes e a inserção de conceitos científicos que auxiliem a entender o tema.

Palavras-Chave: Ensino baseado no contexto. Química. Aprendizagem conceitual.

ABSTRACT

When handling with an education based on context, the focus is directed towards the subject and concepts are used in order to maximize the understanding of this subject according to their articulation with social and technological spheres. This study aims to investigate contributions of the field of Chemistry education under a STS perspective for the acquisition of scientific knowledge. For such, a thematic, a didactic sequence was developed with two classes of Youth and Adult Education. The performance of students was analyzed using the formal assessment tools of the school before and after this experiment was conducted, basing the analysis on recordings of the classes. An increase in interest and involvement of students was perceived regarding previous classes, as well as an exceedingly high performance in the assessments compared to what was previously seen. With this, we stress the importance of creating Chemistry classes with topics of social and scientific relevance, thus promoting more involvement from students and the insertion of scientific concepts that assist in understanding the subject.

Keywords: Context-based education. Chemistry. Conceptual Learning.



INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências desenvolvido em sala de aula a partir de temas do contexto tem se mostrado como uma possibilidade promissora de romper com o ensino pautado na simples transmissão de informações. Nesse sentido, é necessário que essa abordagem seja exaustivamente estudada, a fim de se conhecer o seu alcance e as suas limitações. Apenas conhecendo limites e potencialidades é que professores de Ciências podem fazer uma opção consciente e com resultados mais promissores em termos de aprendizagem.

Ao optar por um tema pensado na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), o ensino deixa de ser organizado por conceitos. A ênfase se dirige para o tema e os conceitos passam a ser usados para potencializar a compreensão do tema, mediante a articulação deles com os domínios social e tecnológico. Nesse caso, é possível que os conceitos científicos tenham importância secundária quando comparados aos temas, embora mantenham a sua importância.

Pelo fato de o ensino a partir de temas do contexto não ter uma posição dominante nos currículos, De Jong (2008) alerta para o risco de se criar um sentimento de falta de compromisso dos estudantes e de professores ao se trabalhar o ensino de Ciências por temas. Com isso, os temas costumam ser inseridos apenas como ilustração de conceitos e não se tornam o ponto central do currículo. Para ampliar o conhecimento do ensino organizado em temas e não por conceitos, é fundamental compartilhar experiências que envolvam essa tendência, já que o entendimento de um tema de contexto exige a imersão nos conceitos científicos. Acreditamos que, com isso, os estudantes conseguem perceber a importância da Ciência e de seus conceitos para entender o mundo material.

A questão que norteia este trabalho refere-se à contribuição de uma sequência didática temática na apropriação de conceitos científicos, sintetizada como: “quais as contribuições do ensino de Química na perspectiva CTS para a apropriação de conhecimentos científicos pelos estudantes?”. Para responder essa questão desenvolvemos uma sequência didática construída a partir do tema “Água”, com ênfase no ciclo da água, e analisamos o desempenho dos estudantes de EJA nos instrumentos de avaliação usados pela escola, ancorando essa análise nos vídeos das aulas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O movimento CTS: uma breve apresentação

A partir da segunda metade do século XX, a visão “salvacionista” da Ciência foi colocada em xeque, fazendo com que a sociedade já não se sentisse tão confortável como estivera até então em relação ao progresso científico. A microeletrônica, a microbiologia e a energia nuclear, por exemplo, desestabilizaram as relações da sociedade com a Ciência e a tecnologia, potencializando a reflexão e o debate a respeito dos aspectos positivos e negativos da produção científica (BITTAR; FERREIRA JR, 2014).

Essas reflexões e debates deram origem ao movimento CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade (AULER; BAZZO, 2001; SANTOS, 2008; YAGER, 2000). Para esse movimento, (i) o desenvolvimento científico e tecnológico é um processo social, uma vez que depende da produção humana e, portanto, não é um processo neutro, livre de ideologias; e (ii) as mudanças científicas e tecnológicas causam impactos positivos e negativos na sociedade e, portanto, as decisões sobre os rumos da Ciência e da tecnologia devem ser de cunho democrático, em detrimento da tecnocracia normalmente empregada (ARGO, 2001).

No Brasil, as ideias do movimento CTS se tornaram mais evidentes a partir da década de 1990, principalmente no campo de pesquisa em Educação Científica e Tecnológica (CHRISPINO et al., 2013). O ensino de Ciências, que até então tinha como princípio a

formação de cientistas, passou a ter como um de seus objetivos a formação de cidadãos mais críticos, capazes de articular os domínios da Ciência, da Tecnologia, da Sociedade, capacitando-os para a tomada de decisão (SANTOS, 2007a).

O ensino baseado no contexto, o ensino a partir de temas do contexto ou o ensino CTS passam a ser termos presentes no debate educacional. Aikenhead (1994) defende que a abordagem CTS pode potencializar o engajamento dos estudantes no estudo de Ciências, à medida que a Ciência os auxilia a entender o mundo e a agir sobre ele. Outros autores (MILLER, 1983; SASSERON, 2013; SANTOS, 2007b) apontam essa perspectiva de ensino como uma oportunidade para que os estudantes avancem em direção ao Letramento Científico (LC).

Kemp (2002) identificou as dimensões conceitual, procedimental e afetiva para o LC. Neste trabalho exploramos a dimensão conceitual, por concordarmos que o desenvolvimento do LC depende, também, do domínio de conhecimentos científicos básicos.

2.2 O que já conhecemos acerca da apropriação de conceitos científicos na perspectiva CTS?

Considerando o destaque da abordagem CTS no campo de ensino de Ciências, alguns pesquisadores têm se dedicado a estudar possíveis contribuições dessa perspectiva para os estudantes. Nesta seção, pretendemos avançar nossa compreensão do que já foi divulgado a respeito desse assunto e, para isso, buscamos na literatura trabalhos publicados envolvendo a formação de estudantes que vivenciam o ensino de Ciências a partir de temas com enfoque CTS.

A nossa busca se deu a partir da base de dados *Education Resources Information Center* (ERIC). A escolha da base de dados ERIC se deu por ela indexar os principais periódicos internacionais que divulgam pesquisas na área de Educação e, conseqüentemente, de Ensino de Ciências. Ao realizar a busca, usamos as palavras-chave “STS” (sigla CTS, em inglês) e “*Context-based*” (termo que julgamos mais apropriado para ensino temático, em inglês), associando a essas palavras o termo “*science education*”. Para refinar a busca, o período escolhido foi o de 2007 a abril de 2016, considerando apenas os artigos revisados por pares.

Com isso, foram encontrados 129 artigos para a busca por STS e 46 trabalhos quando a palavra chave utilizada foi “*Context-based*”, totalizando 175 artigos. Desses, apenas 17 estavam realmente relacionados a investigações empíricas abordando a formação dos estudantes no ensino CTS, o que foi possível perceber por meio da leitura do resumo de cada artigo. O detalhamento dessa busca e dos artigos encontrados pode ser consultado em Rodrigues (2017).

Os trabalhos de pesquisa analisados tinham como objetivo principal comparar a abordagem tradicional com o ensino de Ciências a partir de temas CTS. Para isso, foram utilizados diversos instrumentos metodológicos de produção de dados (tais como questionários, avaliações escritas e entrevistas) e de análise de dados (por exemplo, a análise de discurso e/ou de conteúdo e a comparação quantitativa entre pré-testes e pós-testes).

Além de identificar aspectos metodológicos dos trabalhos analisados, foi possível perceber alguns resultados em comum entre os estudos que os originaram. Trata-se de contribuições que a abordagem temática/CTS pode trazer aos estudantes que vivenciam essa perspectiva de ensino. São contribuições evidenciadas em praticamente todos os 17 trabalhos analisados: o engajamento dos estudantes; a visão positiva e simpática a respeito das Ciências; o desenvolvimento de diferentes habilidades, como a de resolver problemas; o conhecimento de aspectos da natureza e da história da Ciência, todos relacionados às dimensões afetivas e procedimentais, citadas por Kemp (2002). No entanto, não nos

pareceu ser consensual que o ensino temático com enfoque CTS promove a aprendizagem de conceitos científicos de maneira mais satisfatória do que o ensino tradicional.

Entre os 17 trabalhos analisados, quatro deles não se referiram especificamente à dimensão conceitual. Outros 08 trabalhos (HAVU-NUUTINEN et al., 2011; KING, WINNER, GINNS, 2011; KING, RITCHIE, 2013; ULUSOY, ONEN, 2014; UMMELS et al., 2015; UMOREN, 2007; KING, BELLOCCHI, RITCHIE, 2008; BROMAN et al., 2015) apresentaram dados que mostram o desenvolvimento dos estudantes na dimensão conceitual, indicando que a abordagem temática/CTS de ensino de Ciências pode contribuir para que os estudantes desenvolvam o domínio de conceitos científicos. Entretanto, alguns trabalhos de Robert Yager e colaboradores apontam que a abordagem CTS pode contribuir para o domínio de conceitos científicos, mas o faz com a mesma eficiência do ensino tradicional (YAGER, 2007; YAGER, AKCAY, 2007; YAGER, AKCAY, 2008; YAGER, 2009; AKCAY, YAGER, 2010). Os resultados encontrados pelos pesquisadores, nesses cinco trabalhos, apontam para uma baixa contribuição do ensino CTS para o desenvolvimento do domínio de conceitos científicos.

Mesmo considerando que os resultados que apontam para a pouca contribuição do ensino CTS no desenvolvimento da dimensão conceitual são oriundos de um único grupo de pesquisa, eles são significativos. Sabemos que no contexto brasileiro também há trabalhos que apontam para resultados positivos (por exemplo MAGALHÃES, CASTRO, 2015; NUNES, LINDERMANN, GALIAZZI, 2015) e para resultados que se assemelham aos encontrados no ensino tradicional (por exemplo MIRANDA et al., 2015).

Esse contexto envolvendo pesquisas científicas reforça o nosso interesse em investigar a influência do ensino baseado no contexto na apropriação de conceitos científicos. Embora saibamos que o objetivo da educação científica escolar vai além do domínio isolado de conceitos científicos, temos presente que a compreensão desses conceitos potencializa o entendimento de fenômenos do cotidiano e, portanto, do mundo material.

3 CAMINHOS METODOLÓGICOS

Para analisar as contribuições do ensino de Ciências CTS para a apropriação de conceitos científicos o percurso deste trabalho consistiu em: (i) viabilizar um contexto de pesquisa adequado aos nossos objetivos; (ii) desenvolver uma sequência didática fundamentada nos pressupostos do ensino CTS; (iii) produzir e analisar os dados acerca das contribuições dessa sequência didática para os estudantes.

3.1 O contexto da pesquisa e os sujeitos investigados

Esta pesquisa foi desenvolvida em duas turmas de Educação de Jovens e Adultos (EJA) de uma escola da rede privada de Belo Horizonte, Minas Gerais. O projeto EJA, nessa escola, representava uma ação social e era o local de trabalho de um dos pesquisadores. Nesse sentido, o professor que desenvolveu a sequência didática era, também, um dos pesquisadores.

Tradicionalmente, os estudantes de EJA apresentam dificuldade em se apropriar de conceitos científicos, tanto pelo fato de terem se afastado da escola por um tempo quanto pela pouca relação que fazem dos conceitos com a vida. Além disso, a EJA oferece flexibilidade curricular, facilitando o desenvolvimento da sequência didática com enfoque CTS ao longo da terceira (e última) etapa do ano letivo de 2016.

As turmas investigadas – A e B – tinham, respectivamente, 39 e 40 estudantes, totalizando 79 estudantes. O perfil dos estudantes dessas duas turmas era bastante heterogêneo em relação à faixa etária. Havia estudantes entre 18 e 70 anos de idade, mas a maioria deles se encontrava na faixa de 30 a 50 anos. Nessas turmas, a participação dos estudantes durante as aulas de Química era considerada boa, de acordo com a percepção do professor ao longo do ano letivo. Entretanto, a participação dos estudantes nas aulas de

Química restringia-se a um pequeno grupo, com a maior parte com pouca ou nenhuma participação verbal.

Ao final de cada etapa (trimestre) a escola usava instrumentos avaliativos compostos por questões de múltipla escolha. Nessas turmas o resultado não era considerado bom pelos professores e nem pelos próprios estudantes, que se mostravam desmotivados e decepcionados com o próprio rendimento. Esse instrumento avaliativo era de caráter multidisciplinar, ou seja, com questões de Química, Física e Biologia. Valemo-nos das notas desses instrumentos relativas aos dois primeiros trimestres, para comparar com os resultados obtidos no trimestre em que se deu este trabalho.

3.2 O desenvolvimento da sequência didática

A sequência didática escolhida tinha como temática a “Água”. Ela surgiu a partir do trabalho de Quadros (2004) e foi estruturada em um projeto intitulado “Temas de Estudo em Química”, fomentado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG). Após ser amplamente testada em escolas, essa unidade didática foi publicada na forma de coleção, com três módulos. No caso desta pesquisa, foi utilizado somente o Módulo I (QUADROS, 2016), que tratava do ciclo da água. Algumas atividades presentes nesse módulo foram adaptadas ao contexto da pesquisa.

Ao todo, oito aulas, de 100 minutos cada, integraram a sequência didática CTS com a temática “Água”, em um período de 3 meses. As atividades e discussões giraram em torno da construção e observação de um terrário, como a atividade delimitadora de toda a sequência. O terrário foi montado inserindo-se uma planta, terra, carvão e água, em uma garrafa de politereftalato de etileno (PET). Em seguida a garrafa foi vedada. Foi discutido a função dos materiais utilizados no terrário, a sobrevivência (ou não) da planta naquele ambiente, o que levou ao estudo do ciclo da água. Nesse ciclo, a ênfase se deu nos fatores que levam a água a evaporar, a condensar e a precipitar.

O interesse dos estudantes ficou evidente durante toda a sequência, mas a elaboração de hipóteses para explicar os fenômenos era dificultada, algumas vezes, pela limitação conceitual dos estudantes. Assim, a função do professor foi inserir os conceitos necessários para a compreensão dos fenômenos. Vale lembrar que os conceitos científicos não eram o foco das discussões, mas foram requeridos para que fosse possível compreender o sistema do terrário.

3.3 A produção e análise dos dados

As aulas foram gravadas em vídeo e as questões presentes na avaliação da escola, no terceiro trimestre, foram construídas pelos pesquisadores. Para este trabalho nos detemos na análise da apropriação dos conceitos científicos pelos estudantes, valendo-nos das respostas fornecidas no instrumento de avaliação, tendo como suporte os vídeos das aulas nos momentos em que os conceitos presentes nas questões foram explorados nas aulas.

A primeira questão do instrumento de avaliação tratava dos conceitos de autotrofismo e heterotrofismo, bem como do entendimento dos processos de fotossíntese e respiração celular. Já na segunda questão, os estudantes deveriam articular o conceito de adsorção à função do carvão no terrário construído. A terceira questão abordou o tópico “mudanças de estado físico” em um contexto completamente diverso do apresentado na sequência didática.

O instrumento de avaliação foi validado com estudantes de outra escola, os quais também vivenciaram a sequência didática fundamentada na Coleção Temas de Estudo em Química. No contexto desta pesquisa, 68 dos 79 estudantes participaram da avaliação, respondendo às questões. As respostas de cada um deles foram tabuladas, de forma a facilitar a identificação do número de estudantes que assinalou cada uma das cinco alternativas propostas em cada questão.

CONTRIBUIÇÕES DO ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA CTS PARA A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS CIENTÍFICOS

Reconhecemos que há limitações em usar como instrumento de produção de dados uma prova com três questões de múltipla escolha, para fazer inferências sobre a apropriação de conceitos científicos pelos estudantes. Entretanto, acreditamos que ao aliar aos dados à observação do professor e à análise das gravações das aulas em vídeo, foi possível dar uma ideia mais confiável a respeito da apropriação de conceitos científicos, conforme observado em trabalhos com objetivos semelhantes aos nossos (AKCAY et al., 2010; AKCAY e YAGER, 2010; BROMAN et al., 2015). Assim, após a análise das respostas às questões presentes nesse instrumento, utilizamos as gravações em vídeo e áudio para revisitar os momentos pedagógicos em que os conceitos científicos presentes em cada questão emergiram em sala de aula.

Foram realizadas transcrições desses momentos de ensino e, para preservar a identidade dos sujeitos investigados, utilizamos os símbolos P para o professor-pesquisador, e E1, E2, E3, etc. para os estudantes. A numeração corresponde à ordem em que os estudantes surgiram no discurso dos eventos analisados. Além disso, utilizamos reticências (...) para indicar pausas durante as falas e optamos por fazer o uso de pontuações (ponto final, interrogação, exclamação) de acordo com a entonação da fala do professor-pesquisador e dos estudantes.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

4.1 Análise das questões

Uma das questões de múltipla escolha utilizada no instrumento de produção de dados investigou conhecimentos a respeito de seres autótrofos, seres heterótrofos, fotossíntese e respiração celular. Como resposta, era esperado que os estudantes identificassem os seres autótrofos como produtores de glicose e de oxigênio, a partir da fotossíntese. A Tabela 1 apresenta as alternativas, o número absoluto e a porcentagem de estudantes que optaram por cada uma das alternativas.

Tabela 1: Número e porcentagem de estudantes que assinalou cada alternativa apresentada na questão envolvendo seres autótrofos e heterótrofos

Alternativa	Número de respostas	% de Respostas
Os seres autótrofos produzem, por meio da respiração, glicose e oxigênio	7	10%
Os seres autótrofos produzem, por meio da fotossíntese, glicose e oxigênio	34	50%
Os seres heterótrofos produzem, por meio da respiração, glicose e oxigênio	6	9%
Os seres heterótrofos produzem, por meio da fotossíntese, glicose e oxigênio	7	10%
Os seres autótrofos e heterótrofos produzem, por meio da fotossíntese, o alimento necessário para a sobrevivência	14	21%

Fonte: AUTORES (2018).

Durante as aulas foi ressaltado que o processo de fotossíntese envolve a produção de glicose e que essa substância participa de outras reações químicas nos organismos vegetais, dando origem à sacarose, à frutose, aos aminoácidos em geral, às proteínas, às vitaminas, dentre outras substâncias necessárias para a estrutura e desenvolvimento das plantas.

Conhecendo o contexto do EJA e a dificuldade que alguns estudantes apresentam em se apropriar de conceitos científicos, acreditamos que o fato de 50% dos estudantes assinalarem a resposta mais adequada do ponto de vista científico é significativo. Outros 21 estudantes relacionaram a fotossíntese à produção de glicose e oxigênio ou à produção de

alimentos para a planta. Entretanto, para esses, a produção de glicose e oxigênio não é, necessariamente, realizada pelos seres autótrofos. Sete deles afirmaram ser produzida pelos heterótrofos e 14 responderam que a fotossíntese pode ser realizada pelos seres autótrofos e pelos heterótrofos.

Pode-se perceber que 41 estudantes relacionaram exclusivamente os seres autótrofos à produção de glicose e oxigênio e apenas 13 estudantes (19%) associaram a produção de glicose exclusivamente aos seres heterótrofos, sendo essa última uma opção equivocada do ponto de vista científico.

Durante a sequência didática temática, esses conceitos foram abordados em diferentes momentos. No início da sequência didática houve uma problematização acerca da sobrevivência da planta no terrário. O fragmento a seguir pode dar uma ideia de como essa discussão foi conduzida.

P: ... O que mais? Alguém pensa diferente disso aqui (apontando para as ideias escritas no quadro).

E3: Ela vai produzir o alimento para ela sobreviver.

E2: A garrafa vai ficar suada.

E4: A terra não vai secar... ela vai ficar úmida.

E1: A gente pode falar que a planta vai fazer sua própria fotossíntese?

P: Então, olha só, gente... presta atenção aqui... vamos analisar aqui... a gente não vai chegar numa resposta final agora... a gente só vai saber se essa planta vai...

E2: morrer ou não...

P: se ela vai criar raiz, se ela vai crescer, se ela vai conseguir fazer fotossíntese, se a terra vai secar, se a terra não vai secar... a gente só vai saber isso com o passar do tempo... Agora, quem acha que a planta vai morrer, por que tá achando que a planta vai morrer?

E5: Sem o gás carbônico ela não vai fazer fotossíntese.

P: A planta morre porque falta gás carbônico... (o professor escreve na lousa)... Qual que é a fórmula química do gás carbônico mesmo?

Vários estudantes: CO₂.

P: Então falta CO₂ pra planta... O que acontece se faltar CO₂? Por que ela precisa de CO₂?

E2/E5: Inaudível

P: O E2 tá falando que ela precisa de CO₂ porque tem um processo que vai transformar o CO₂ em oxigênio. E esse processo que transforma CO₂ em oxigênio, tem qual nome?

Vários estudantes: Fotossíntese

Ressaltamos que os estudantes de valerem do conceito de fotossíntese, apesar de o seu significado não ter sido explorado nesse momento. No entanto, o que mais nos chamou a atenção foi o interesse demonstrado e o surgimento de inúmeras hipóteses. O fato de estudantes fazerem uso de determinados conceitos científicos para se posicionar a respeito da sobrevivência da planta no terrário representa um forte indício da importância do ensino de Ciências a partir de um tema ou de uma situação do contexto dos estudantes. Com isso, concordamos com Yager e colaboradores (YAGER, AKCAY, 2008; YAGER et al., 2009; AKCAY, YAGER, 2010) quando afirmam que o ensino de Ciências na perspectiva CTS pode contribuir para aumentar a motivação dos estudantes em estudar Ciências, uma vez que oportuniza a percepção de que os conceitos científicos são importantes para fundamentar explicações.

Uma das atividades da sequência didática analisada consistiu na leitura de um texto intitulado Autotróficos e heterotróficos: teorias sobre seres vivos. Após a leitura desse texto, no qual esses conceitos estavam presentes, alguns questionamentos foram feitos, para evidenciar a relação de dependência dos seres heterótrofos frente aos seres autótrofos. No trecho a seguir os estudantes debatem algumas hipóteses com o professor.

P: O que aconteceria com os humanos se todos os seres autótrofos do planeta fossem destruídos?

Vários estudantes: Morreriam.

P: Quem são os seres autótrofos?

CONTRIBUIÇÕES DO ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA CTS PARA A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS CIENTÍFICOS

E1: *Os que produzem o próprio alimento... os que fazem fotossíntese.*

Vários estudantes: *As plantas.*

P: *Se a gente acabasse com todas as plantas, o que aconteceria com os seres humanos?*

Vários estudantes: *Iriam morrer!*

P: *Morreriam por quê?*

E2: *De fome... ia faltar alimento.*

E3: *La acabar o oxigênio.*

P: *Mas o ser humano não é herbívoro. Ele não pode comer outros animais também?*

E4: *Pode, mas esses animais precisam das plantas também... a planta é a base da cadeia alimentar.*

Por meio dessa transcrição, temos a sensação de que os estudantes desenvolveram uma compreensão acerca da dependência humana dos autótrofos, apenas como fonte de alimentos. Quando E3 citou a falta de oxigênio como consequência da destruição dos seres autótrofos, sua fala não recebeu adesão dos colegas (e nem foi retomada pelo professor, naquele momento). Apesar disso, sua observação foi importante para que a ideia fosse retomada posteriormente.

Na Tabela 1 é possível observar que 21% dos estudantes escolheu a última opção. Acreditamos que isso se deve ao fato de essa alternativa apresentar o termo “alimento” em vez de “glicose”. O uso do termo alimento como produto da fotossíntese é comum em livros didáticos e até mesmo no discurso dos professores e, conseqüentemente, dos estudantes. No episódio transcrito anteriormente, ao se referir aos autótrofos, E1 afirmou serem “Os que produzem o próprio alimento... os que fazem fotossíntese”. A associação da fotossíntese à produção de alimentos se fez presente em muitos outros momentos de discussão.

A segunda questão do instrumento de produção de dados tratava da função do carvão, um dos elementos utilizados na construção do terrário. Era esperado que os estudantes escolhessem a resposta que trata de adsorção. A absorção é um conceito comum aos estudantes e refere-se à ação de recolher, como acontece com uma esponja imersa em água. Ela absorve água, mas o líquido sai facilmente quando ela é espremida. Na adsorção ocorre a adesão (fixação) de moléculas de um fluido (o adsorvido) a uma superfície sólida (o adsorvente). Essas moléculas ficam retidas na superfície do sólido por interações químicas. É pelo efeito de adsorção que o carvão é usado em filtros de água. Ao longo da sequência de ensino, foi comum a relação do carvão com a absorção de alguma coisa, como indicado no fragmento a seguir.

P: *Alguns de vocês estão falando que o carvão tem a função de absorver. Absorver o quê?*

E?: *Água.*

E2: *Ar.*

P: *Vamos discutir então a função do carvão. Primeira coisa, para quê que a gente usa o carvão no dia a dia, além de fazer churrasco?*

E3: *Coloca na geladeira para tirar o cheiro.*

P: *Ah... coloca na geladeira para tirar o cheiro. O quê que o carvão faz com o cheiro?*

Vários estudantes: *Ele absorve.*

P: *Ele absorve. Certo? Olha só, quando a gente fala absorver... O quê que vocês entendem por absorver? Como que é esse processo?*

Vários estudantes: *É sugar.*

E2: *Ele puxa o cheiro.*

Na Tabela 2 estão as possibilidades de respostas apresentadas aos estudantes acerca da função do carvão no terrário, acompanhadas do número absoluto e da porcentagem de estudantes que optaram por cada uma delas.

Tabela 2: Número e porcentagem de estudantes que assinalou cada alternativa apresentada na questão envolvendo a função do carvão no terrário

Alternativa	Número de respostas	% de respostas
Absorver água	8	12%
Adsorver substâncias indesejáveis	46	68%
Manter a umidade do terrário	9	13%
Fornecer nutrientes	1	1%
Manter a quantidade de gás carbônico equilibrada	4	6%

Fonte: AUTORES (2018).

Os dados apresentados na Tabela 2 evidenciam que a sequência de atividades desenvolvida contribuiu para que muitos estudantes compreendessem o conceito de sorção e a diferença entre absorção e adsorção. Um total de 46 estudantes (68%) responderam adequadamente à questão proposta. Acreditamos que esse resultado foi possível devido à maneira como o conceito de adsorção, até então desconhecido para grande parte dos estudantes, emergiu no espaço da sala de aula.

Houve momentos em que, ao tentar compreender a função de cada material no terrário, os estudantes citaram inúmeras possibilidades para o carvão, como pode ser visto:

P: *A planta precisa de CO₂ para viver?*

Vários estudantes: *Sim!*

P: *Ai dentro da garrafa tem CO₂?*

Vários estudantes: *Tem!*

P: *Por que tem?*

E1: *Por causa do carvão.*

E2: *Não, o carvão deve servir pra absorver o ar, não?*

E3: *Não. Pra absorver a água.*

E4: *Absorver a água!*

E5: *Pra quê que é, professor?*

Percebe-se, por meio da Tabela 2, que 17 estudantes (25%) escolheram alternativas que ainda remetiam ao carvão como um instrumento de absorção de água. Desses, 8 responderam que a função do carvão é “absorver água”, enquanto 9 assinalaram que a função do carvão seria “manter a umidade do terrário”. Concordamos com Carrascosa-Alís (2005) quando o autor diz que as concepções prévias dos estudantes podem persistir, principalmente quando estão associadas às experiências e linguagens cotidianas. Nesse sentido, esse grupo de estudantes, mesmo após vivenciar as atividades que oportunizaram a compreensão do fenômeno de adsorção, continuou com a ideia de que o carvão absorve as substâncias.

A partir da análise dos dados obtidos com essa questão, entendemos que houve uma grande evolução conceitual entre esses estudantes. De um grupo praticamente unânime em argumentar que o carvão absorvia água/ar/outros, tivemos 68% deles escolhendo o conceito de adsorção, ao explicar a função do carvão no terrário.

Na terceira questão foi apresentada aos estudantes a situação cotidiana de um copo com água contendo gelo ficar com a superfície externa “suada”. Era esperado que os estudantes explicassem esse fenômeno com base na condensação de vapor de água presente no ar, ao entrar em contato com a superfície externa do copo, que está com temperatura mais baixa em função da água gelada no seu interior. Como essa situação não foi discutida em sala de aula, a intenção foi de analisar se os estudantes conseguiriam usar

CONTRIBUIÇÕES DO ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA CTS PARA A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS CIENTÍFICOS

os conceitos científicos, estudados ao longo da sequência didática, em um contexto diferente. A Tabela 3, assim como as demais, lista as possibilidades de respostas apresentadas aos estudantes.

Tabela 3: Número e porcentagem de estudantes que assinalou cada alternativa apresentada na questão envolvendo o fenômeno do copo “suado”

Alternativa	Número de respostas	% de respostas
Pela sublimação da água existente no copo	5	7%
Pela porosidade do copo que permitiu que parte da água gelada passasse para o lado de fora do copo	2	3%
Pela vaporização da água do copo para fora do copo	8	12%
Pelas correntes de convecção formada em função do aquecimento da água gelada pelo meio ambiente	17	25%
Pela condensação dos vapores de água da atmosfera em contato com o copo gelado	36	53%

Fonte: AUTORES (2018).

Os dados apresentados na Tabela 3 indicam que 36 dos 68 estudantes (53%) responderam adequadamente a questão. Ao discutir as condições do terrário construído pelos estudantes, o professor valeu-se de um terrário antigo, que havia sido feito três meses antes e estava com gotículas de água na parte interna superior da garrafa, próximo à tampa. A transcrição a seguir dá uma ideia da discussão.

P: Gente, e essa água que tá aqui dentro? Essa água que tá em cima... Que água é essa? De onde está vindo essa água?

E1: Da respiração.

P: Por quê?

E1: Na respiração ela produz água.

P: Na respiração ela produz água. Não é?

Vários estudantes: Sim!

P: Então essa água que tá aqui é da respiração?

E2: A própria terra pode... (inaudível)

P: Ah... pode acontecer a evaporação da água da terra, né? (Nesse instante o professor pega outro sistema fechado: uma garrafa PET com terra, carvão, água e sem planta) Então, eu tenho aqui, olha... uma garrafa só com terra, sem planta. Como é que a garrafa tá aqui em cima?

Vários estudantes: Tá suada.

P: Também tá suada, né? E não tem planta.

E3: Não tem?

P: Não tem planta, mas mesmo assim está suada. Como é que essa água veio parar aqui?

E4: Tem a umidade da terra.

P: Tem a umidade da terra e aí? O quê que acontece?

E4: Evapora e (inaudível).

P: Então olha só, o pessoal tá falando que a água que estava na terra evaporou e aí ela condensou aqui em cima, formando essas gotículas de água. Por que formou essas gotas?

Para fortalecer a discussão, o professor usou evidências importantes presentes em dois terrários mais antigos (um com planta e outro sem planta) e fez questionamentos. Ao mostrar o terrário sem plantas o professor desestabilizou as ideias dos estudantes. O estudante E4, mesmo olhando para o terrário e ouvindo do professor que não havia planta, repetiu “Não tem?”, como se não acreditasse nisso.

Com essa estratégia ficou difícil para os estudantes continuarem defendendo a transpiração da planta como motivo para a condensação da água na parte superior da garrafa. Isso fez com que tivessem que buscar outra explicação.

A análise desse episódio de ensino nos indica que os estudantes se engajaram na busca por explicações, uma vez que eles participaram ativamente da discussão, se interessaram pela problemática e tiveram a oportunidade de analisar suas hipóteses para a resolução do problema. Consideramos que, ao serem desafiados a buscar explicações diferentes daquela que tinham anteriormente, eles apresentaram indícios de que se apropriaram de conceitos científicos. Isso fica evidenciado no fato de mais de metade deles conseguir articular esses conceitos para responder a uma questão que não tratava diretamente da situação discutida em sala de aula.

4.2 Análise comparativa do desempenho

Com base nas planilhas de notas das duas primeiras etapas do ano letivo de 2016 foi possível determinar o índice médio de acerto dos estudantes participantes da pesquisa nas questões de Química. Ressaltamos que as questões propostas nas avaliações dos trimestres anteriores eram razoavelmente simples, com um nível de exigência semelhante ao das questões propostas em nosso instrumento de avaliação e descritas em 4.1.

A Tabela 4 apresenta a média obtida pelas duas turmas investigadas nos trimestres anteriores e a média obtida nesse instrumento de coleta de dados. O rendimento dos estudantes na etapa da pesquisa foi calculado pela soma simples das porcentagens de acerto das três questões, dividindo o valor por três.

Tabela 4: Número e porcentagem de estudantes que assinalou cada alternativa apresentada na questão envolvendo seres autótrofos e heterótrofos

Fase	Trimestre	Média
Anterior à Pesquisa	1º trimestre	34,3
	2º trimestre	37,6
Resultado obtido durante a fase pesquisa	3º trimestre	57

Fonte: AUTORES (2018).

O rendimento dos estudantes na etapa em que as aulas de Química foram desenvolvidas a partir de um tema, inserindo os estudantes na dinâmica da aula, tanto fazendo perguntas quanto valorizando os comentários e as contribuições que trouxeram para a sala de aula, foi significativamente maior do que nos trimestres anteriores.

Com esse resultado, argumentamos pela importância de desenvolver o ensino de Ciências baseado no contexto. Observamos que essa abordagem permite ao estudante trazer contribuições em termos de explicações, que podem e devem ser exploradas pelo professor. Com isso, é possível fazer com que as explicações originárias do senso comum se relacionem com as explicações da própria Ciência, permitindo ao estudante optar pela explicação mais coerente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da sequência didática temática, sendo esse um tema de relevância social e científica, contribui para o envolvimento dos estudantes nas aulas, já que inúmeras vezes demonstraram interesse em explicar determinadas situações. Vale ressaltar que o objetivo das aulas era que os estudantes entendessem o tema em questão, e que os conceitos científicos fossem utilizados para auxiliar nesse entendimento.

No entanto, acompanhar o desempenho dos estudantes nas avaliações foi fundamental para perceber a apropriação de conhecimentos científicos. Algumas estratégias que acompanharam o ensino baseado no contexto foram importantes para que

CONTRIBUIÇÕES DO ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA CTS PARA A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS CIENTÍFICOS

o desempenho melhorasse. Destacamos a exploração de evidências e a escolha de um tema relevante para os sujeitos envolvidos.

O uso de evidências para estruturar ou desestruturar posicionamentos dos estudantes se mostrou de grande valor para o processo de ensino e aprendizagem. Como exemplo, relatamos a situação de ensino em que as gotículas no topo da garrafa PET foram o alvo das discussões. Ao apresentar um sistema semelhante ao terrário, porém sem plantas, com características semelhantes às garrafas com plantas, o professor “desestabilizou” o argumento inicial dos estudantes de que a água no topo da garrafa era oriunda da transpiração das plantas. A discussão acerca do ciclo da água foi favorecida pelo uso dessa estratégia.

Por fim, destacamos a importância da escolha de um tema com relevância para a Sociedade e para a Ciência. No caso deste trabalho, foram desenvolvidas aulas com a temática “Água”. Essa temática é permeada de conhecimentos cotidianos, como os associados ao uso que fazemos da água ou à importância de sua conservação. Além disso, é uma temática de suma importância para a Ciência e a Tecnologia, já que há água em vários processos industriais e biológicos, por exemplo. Ao escolher um tema com essas características, pode ser oportunizado aos estudantes que o espaço escolar seja também um espaço para se aprender questões de muita relevância no ambiente extraescolar. Diante disso, há uma tendência de que os estudantes se aproximem das aulas de Ciências justamente por perceber que o conhecimento desenvolvido na sala de aula tem relação com sua vida cotidiana. Esse conhecimento pode ser entendido com uma nova forma de ler o mundo e, inclusive, de intervir nele para modificá-lo.

REFERÊNCIAS

AKCAY, H. et al. Change in student beliefs about attitudes toward science in grades 6-9. In: Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching. 2010.

AKCAY, H.; YAGER, R. E. The impact of a science/technology/society teaching approach on student learning in five domains. *Journal of Science Education and Technology*, v. 19, n. 6, p. 602-611, 2010.

AIKENHEAD, G. What is STS Science Teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. STS Education: International Perspectives on Reform. New York: Teachers College Press, Cap. 5. p. 47-59, 1994.

ARGO: Ciencia, Tecnología y Sociedad. Materiales para la educación CTS. Ed. Grupo Norte, Mieres, 2001.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.

BITTAR, M; FERREIRA JR, A. Ciência e Tecnologia: Uma perspectiva histórico-filosófica. In: HAYASHI M. C. P. I., RIGOLIN C. C. D., KERBAUY M. T. M., organizadoras. *Sociologia da Ciência: contribuições ao campo CTS*. Campinas: Alínea, p. 13-40, 2014.

BROMAN, K.; BERNHOLT, S.; PARCHMANN, I. Analysing task design and students' responses to context-based problems through different analytical frameworks. *Research in Science & Technological Education*, v. 33, n. 2, p. 143-161, 2015.

CARRASCOSA-ALÍS, J. El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte i). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 2, n. 2, p. 183-208, 2005.

CHRISPINO, A. et al. A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos? *Ciência e Educação*, Bauru, v. 19, n. 2, p. 455-479, 2013.

DE JONG, O. Context-based chemical education: How to improve it? *Chemical Education International*, v. 8, n. 1, p. 1-7, 2008.

HAVU-NUUTINEN, S.; KARKKAINEN, S.; KEINONEN, T. Primary School Pupils' Perceptions of Water in the Context of STS Study Approach. *International Journal of Environmental and Science Education*, v. 6, n. 4, p. 321-339, 2011.

KEMP, A.C. Implications of diverse meanings for "scientific literacy". Em: Rubba, P. A.; Rye, J. A.; Di Biase, W. J.; Crawford, B. A. (Eds.), *Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*, p. 1202-1229, 2002.

KING, D. T.; WINNER, E.; GINNS, I. Outcomes and implications of one teacher's approach to context-based science in the middle years. *Teaching Science*, v. 57, n. 2, p. 26-30, 2011.

KING, D. T.; RITCHIE, S. M. Academic Success in Context-Based Chemistry: Demonstrating fluid transitions between concepts and context. *International Journal of Science Education*, v. 35, n. 7, p. 1159-1182, 2013.

KING, D.; BELLOCCHI, A.; RITCHIE, S. M. Making connections: Learning and teaching chemistry in context. *Research in Science Education*, v. 38, n. 3, p. 365-384, 2008.

MAGALHÃES, A.; CASTRO, P. M. de C. Agenda 21 na perspectiva de CTS e suas contribuições para a alfabetização científica em uma escola pública estadual de Roraima. In: *Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

MILLER, J. D. Scientific literacy: a conceptual and empirical review. *Daedalus: Journal of the American Academy of Arts and Sciences*, v.112, n. 2, p. 29-48, 1983.

MIRANDA, N. T. G. P.; ANJOS, C. R.; JÚNIOR, D. B.; SOUSA, M. S. A., PINTO, G. P.; SANTANA, E. B. Discussões CTS no ensino de Astronomia: o lixo espacial fomentando a formação para a cidadania. In: *Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

NUNES B. R., LINDERMANN, R. H., GALIAZZI M. C. Abordagem de Situação-Problema na sala de aula de Química: o ensino CTS contribuindo para a percepção social. In: *Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

QUADROS, A. L. A água como tema gerador do conhecimento químico. *Química Nova na Escola*, n. 20, p. 26-31, 2004.

QUADROS, A. L. Entendendo o Ciclo da Água (Coleção Temas de Estudo em Química). 1. ed. Contagem - MG: Didática Editora do Brasil Ltda, v. 1, 2016.

Rodrigues, V. A. B. (2017). Contribuições do ensino de Ciências com enfoque CTS para o desenvolvimento do Letramento Científico dos estudantes. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 162 f.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v. 1, 2007a.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v. 12, n. 36, p.474-492, 2007b.

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

CONTRIBUIÇÕES DO ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA CTS PARA A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS CIENTÍFICOS

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. Em: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, p. 41-62, 2013.

ULUSOY, F. M.; ONEN, A. S. A Research on the Generative Learning Model Supported by Context-Based Learning. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, v. 10, n. 6, p. 537-546, 2014.

UMMELS, M. H. J. et al. Promoting Conceptual Coherence Within Context-Based Biology Education. **Science Education**, v. 99, n. 5, p. 958-985, 2015.

UMOREN, G. A science-technology-society paradigm and Cross River State secondary school students' scientific literacy: problem solving and decision making. **Educational Research and Reviews**, v. 2, n. 4, p. 82, 2007.

YAGER, R. E. The history and future of science education reform. **Clearing House**, v. 74, n. 1, p. 51-54, 2000.

YAGER, R. E. et al. Comparing science learning among 4th-, 5th-, and 6th-grade students: STS versus textbook-based instruction. **Journal of Elementary Science Education**, v. 21, n. 2, p. 15-24, 2009.

YAGER, R. E. STS requires changes in teaching. **Bulletin of Science, Technology & Society**, v. 27, n. 5, p. 386-390, 2007.

YAGER, R. E.; AKCAY, H. Comparison of student learning outcomes in middle school science classes with an STS approach and a typical textbook dominated approach. **RMLE Online**, v. 31, n. 7, p. 1-16, 2008.

YAGER, R. E.; AKCAY, H. What results indicate concerning the successes with STS instruction. **Science Educator**, v. 16, n. 1, p. 13, 2007.