

O ensino de ciências a partir de temas com relevância social contribui para o desenvolvimento do letramento científico dos estudantes?

Victor Augusto Bianchetti Rodrigues^{1, 2} e Ana Luiza de Quadros³

¹Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. ²Instituto Federal do Paraná, Jaguariaíva, Paraná, Brasil. ³Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. E-mails: victorbianchetti@gmail.com; aquadros@qui.ufmg.br.

Resumo: A perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade tem se firmado como uma das tendências de ensino que pode romper com o ensino tradicional, pautado na transmissão de informações desvinculadas da realidade dos educandos. Desenvolvemos este trabalho com o objetivo de analisar a contribuição do ensino a partir de temas do contexto para o desenvolvimento do Letramento Científico dos estudantes, nos baseando nas dimensões do letramento apontadas por Kemp (2002). Para isso, desenvolvemos uma sequência didática elaborada a partir do tema "Água". Essa sequência se concretizou em turmas da modalidade "Ensino para Jovens e Adultos". Como ferramenta de produção de dados, filmamos as aulas em que as aulas foram desenvolvidas. Ademais, solicitamos aos estudantes a produção de textos antes e após a sequência, bem como analisamos os resultados dos instrumentos avaliativos usados na disciplina de Química. Percebemos evolução no desempenho dos estudantes durante as aulas e nas avaliações (de conhecimento), além de uma aproximação maior com a ciência. Além disso, a análise dos dados forneceu fortes indícios de apropriação de conceitos científicos. Portanto, argumentamos que a sequência temática contribuiu para o letramento científico dos estudantes participantes.

Palavras-chave: letramento científico, química, Ciência-Tecnologia-Sociedade.

Title: Does science teaching in the CTS perspective contribute to the development of students' scientific literacy?

Abstract: Science, Technology and Society perspective has been established as one of the teaching trends that can break with traditional teaching, based on the transmission of information unrelated to the students' reality. We developed this work to analyze the contribution of teaching based-context to the development of the students' Scientific Literacy, based on the dimensions of the scientific literacy pointed out by Kemp (2002). For this, we developed a didactic sequence elaborated from the theme "Water". The sequence was concretized in classes of the "Adult Education" modality. As a data production tool, we filmed the classes in which sequence was developed. In addition, we asked the students to produce texts before and after the sequence, as well as we analyzed the results of the evaluation instruments used in the Chemistry discipline. We

noticed evolution in student performance during class and in assessments (of knowledge), in addition a greater approach with the Science. Additionally, the analysis of the data provided strong evidence of appropriation of scientific concepts. Therefore, we argue that the thematic sequence contributed to the scientific literacy of the participating students.

Keywords: scientific literacy, chemistry, Science-Tecnology-Society.

Introdução

Na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), a educação científica traz resultados mais promissores quando acontece a partir do estudo envolvendo questões sociais relevantes, relacionando-as aos domínios tecnológico e científico. Com isso é esperada a construção de elementos para que os estudantes possam se posicionar criticamente acerca do tema em discussão (Auler, 2007). Essa abordagem tem se firmado como uma das tendências de ensino que pode oportunizar o rompimento com o ensino pautado exclusivamente na transmissão de informações do(a) professor(a) para os(as) estudantes, sem uma atenção maior para como essas informações são significadas. Consideramos necessário que a abordagem baseada nos pressupostos do movimento CTS seja exaustivamente estudada, a fim de conhecer suas potencialidades e suas limitações.

Inúmeras pesquisas indicam que o ensino a partir das relações CTS pode potencializar o engajamento dos estudantes em estudar ciências, uma vez que os conceitos científicos são usados para explicar situações do contexto dos estudantes, tornando-os mais significativos (Aikenhead, 1994). Outros autores (Miller, 1983; Santos, 2007b; Sasseron, 2013) apontam essa perspectiva de ensino como uma oportunidade para que os estudantes avancem em direção ao Letramento Científico (LC). Ao olhar para a literatura especializada, podemos perceber diferentes concepções sobre o LC. Entretanto, parece-nos consensual a necessidade do domínio de conceitos científicos básicos e da habilidade de aplicá-los em diferentes contextos, principalmente em contextos sociais, do cotidiano dos estudantes, para que o LC possa ser considerado presente.

As pesquisas que se dedicam a investigar a contribuição do ensino de ciências na perspectiva CTS, para o desenvolvimento da dimensão conceitual do LC, não têm apresentado resultados concordantes. Algumas investigações apresentam resultados que credenciam a perspectiva CTS como uma abordagem potencializadora da apropriação de conceitos científicos pelos estudantes, ao passo que outros trabalhos não reconhecem nessa abordagem o mesmo potencial.

Visando aprofundar o conhecimento sobre a potencialidade da abordagem baseada em pressupostos CTS para o desenvolvimento do LC, desenvolvemos uma sequência didática (SD) a partir da temática "Água", em uma escola de Educação Básica, com turmas de Educação de Jovens e Adultos (EJA). O desenvolvimento da SD se deu com base nos pressupostos do movimento CTS, com enfoque nas relações entre Ciência e Sociedade.

Com o desenvolvimento da SD, a questão investigada foi "Quais as contribuições do ensino de ciências baseado no contexto para o

desenvolvimento do Letramento Científico dos estudantes?”. Para isso, analisamos o envolvimento dos estudantes durante o desenvolvimento da sequência didática e identificamos indícios de apropriação de conceitos científicos e da capacidade dos estudantes de articulá-los em contextos sociais, potencializando a compreensão acerca da própria realidade. A partir dos dados obtidos, fazemos, neste trabalho, uma reflexão acerca da contribuição de uma sequência didática temática para o Letramento Científico dos estudantes.

Referencial teórico

Houve um momento da história (a partir da segunda metade do século XX), em que a sociedade já não estava tão confiante como estivera até então em relação ao desenvolvimento científico. O agravamento de alguns problemas ambientais e o desenvolvimento de aparatos bélicos acabaram por colocar em risco a vida de cidadãos de várias partes do mundo (Yager, 2000). Diante desse contexto, surgiu o movimento CTS (Auler e 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, Lima, Albuquerque, Freitas, e Silva, 2013). Em consequência da influência de pressupostos CTS no campo educacional, especialistas em ensino de ciências passaram a se preocupar em proporcionar aos estudantes novos modos de articular os conceitos e de entender os fenômenos do mundo, a fim de que ocorresse a sua inserção nos processos democráticos da sociedade (Santos e Mortimer, 2002). Nessa tendência educacional, os conceitos científicos não podem mais ser apresentados de maneira desvinculada da realidade dos estudantes. A ênfase se dirige para o tema que possibilita o estabelecimento de relações CTS e os conceitos passam a ser usados para potencializar a compreensão dessas relações. Com isso é esperado o desenvolvimento do Letramento Científico (LC) dos estudantes.

Em 2014, a empresa Abramundo, em parceria com o Instituto Paulo Montenegro e a ONG Ação Educativa, divulgou os resultados de uma pesquisa sobre o “Índice de Letramento Científico” da população brasileira. Essa pesquisa considerou as respostas a um questionário aplicado a 2.002 pessoas de nove regiões metropolitanas do Brasil (Gomes, 2015). De acordo com os órgãos responsáveis pela pesquisa, o Índice de Letramento Científico evidencia a habilidade das pessoas de aplicar o conhecimento científico em atividades rotineiras. Os resultados apontam que somente 5% dos pesquisados apresentam “Letramento Científico proficiente”. Ao sintetizar os resultados dessa pesquisa, Gomes (2015) afirma não haver uma definição específica, nem um consenso entre os estudiosos do tema, sobre o significado do termo “Letramento Científico”. Diante disso,

discutiremos os significados de LC encontrados na literatura, uma vez que esse é um termo polissêmico.

Nessa perspectiva, Roberts (2007) afirma que o termo "Letramento Científico" foi introduzido na comunidade científica por Hurd (1958). Ao usar o termo "science literacy", Hurd (1958) se referiu ao conhecimento sobre ciência que um indivíduo tem, bem como à capacidade de aplicá-lo no exercício da cidadania. No Brasil, segundo Sasseron e Carvalho (2011), o termo "Science literacy" foi traduzido como Alfabetização Científica (por ex. Chassot, 2003), como letramento científico (por ex. Santos, 2007b; Santos e Schnetzler, 1997) e até mesmo enculturação científica (por ex. Mortimer e Machado, 1996). Bem mais do que uma simples tradução, trata-se de uma pluralidade semântica.

Neste trabalho optamos por utilizar o termo Letramento Científico por acreditar que ele reflete de maneira mais eficaz a concepção teórica que adotamos. Para Santos e Schnetzler (1997), um sujeito letrado cientificamente não só tem conhecimento de conceitos e termos próprios da ciência, mas também compreende o significado conceitual e é capaz de elaborar modelos explicativos usando esses termos e conceitos. Ao conversar, discutir, ler e escrever coerentemente em um contexto não-técnico, esse sujeito compreende o impacto da Ciência e da Tecnologia sobre a Sociedade, em uma dimensão voltada para a compreensão pública da ciência. A partir de articulações entre Ciência e Sociedade, consideramos ser possível atingir o propósito da formação para a cidadania na Educação Básica.

Roberts (2007) defende a tese de que existem duas visões em destaque sobre LC na literatura, que ele denomina de visão I e visão II. A visão I está relacionada com o conhecimento da ciência canônica, seus produtos e processos. Diante disso, o ensino pautado nessa visão de Letramento Científico tem como objetivos o desenvolvimento de habilidades científicas e a aprendizagem sólida de conceitos científicos. Por outro lado, a visão II está relacionada com a compreensão de situações cotidianas com as quais nos deparamos no exercício da cidadania e que têm relação com a ciência. Em consequência disso, o ensino de ciências ancorado por essa segunda visão tem como objetivo desenvolver a formação cidadã, ou seja, formar sujeitos capazes tanto de tomar decisões quanto de explicar situações cotidianas (Roberts, 2007). Para o autor, essas duas visões são complementares, já que o entendimento de situações do cotidiano, do ponto de vista científico, torna necessário o domínio de conceitos e de seus significados.

Levando em consideração o ensino de ciências a partir de temas do contexto do estudante, nos encontramos alinhados à ênfase no entendimento do tema do contexto, o que estaria mais próximo da segunda visão proposta por Roberts (2007). Esse alinhamento surge do entendimento que a inserção de conceitos científicos se torna uma necessidade para a compreensão de várias temáticas presentes na sociedade contemporânea. Portanto, ao considerar uma visão crítica do LC, defendemos que o estudante não só conheça os conceitos e os processos científicos, mas também os articule nas práticas cotidianas e no exercício da cidadania.

Nesse sentido, acompanhamos vários autores que têm defendido a perspectiva crítica de LC. Para Santos (2007b), o LC pode ser compreendido como a capacidade ou a habilidade de um indivíduo em articular conhecimentos científicos para tomar decisões de forma crítica, no cotidiano, bem como para participar de discussões da sociedade contemporânea, de maneira a contribuir para a construção de debates nas esferas social, econômica, política, artística, entre outras. Miller (1983), que usou o termo "scientific literacy", pontua que o LC se constitui quando o indivíduo desenvolve a habilidade de compreender a natureza da ciência, o conteúdo científico e o impacto da Ciência e Tecnologia sobre a Sociedade. Sasseron e Carvalho (2008), que assumem postura semelhante ao proposto por Miller (1983), optaram pelo termo "alfabetização científica".

Sasseron (2013) argumenta que o LC é alcançado quando o indivíduo é capaz de compreender os conhecimentos da ciência e as inovações tecnológicas que estão à sua volta. Ademais, ela defende que, para um cidadão ser cientificamente letrado, é necessário que ele saiba tomar decisões sobre questões relacionadas ao impacto da Ciência e da Tecnologia em nossas vidas, na Sociedade e no meio ambiente, o que se aproxima bastante das ideias do movimento CTS.

É possível perceber que as concepções de LC apresentadas anteriormente coincidem em alguns aspectos, inclusive com autores que usam o termo "Alfabetização Científica". A fim de evidenciar as congruências de um termo de destacada polissemia na literatura, Kemp (2002) pesquisou sobre as várias concepções de LC expressas por especialistas que têm se destacado nessa área. Nesse estudo, Kemp (2002) buscou aproximações e divergências entre as diferentes visões de LC. A partir desse estudo, o autor identificou três dimensões para o LC: (i) conceitual, (ii) procedimental e (iii) afetiva.

A dimensão conceitual está relacionada à apropriação do conhecimento científico. Kemp (2002) aponta que a maioria dos especialistas consultados destacou o domínio de conceitos científicos como necessário ao desenvolvimento do LC. Ele argumenta, ainda, que embora a maioria dos especialistas tenha destacado a dimensão conceitual do LC, eles nem sempre concordam em relação à profundidade adequada em que os conceitos científicos devem ser tratados.

Ao se referirem à dimensão procedimental, os especialistas participantes do estudo de Kemp (2002) destacaram a importância de se promover a compreensão dos procedimentos e processos científicos, bem como o desenvolvimento de habilidades e competências para formar cidadãos cientificamente letrados. Como exemplos, citam a relevância de compreender os meios de produção do conhecimento, a aplicação da ciência no cotidiano, a utilização da ciência na prática da cidadania e o exercício de divulgação do conhecimento produzido.

Por fim, a dimensão afetiva está vinculada à simpatia dos estudantes em relação ao ensino de ciências e à ciência. Segundo os especialistas consultados por Kemp (2002), é desejável que os estudantes se engajem no processo de desenvolvimento do LC, de maneira a oportunizar o surgimento de interesse e de apreço pela ciência.

A Tabela 1 organiza as três dimensões de LC adotadas por Kemp (2002) e que serviram de base para este trabalho. A nossa escolha se dá pelo entendimento de que as dimensões propostas por esse pesquisador abrangem boa parte do que encontramos na literatura sobre LC.

Dimensão do LC	Definição	Exemplos de Indicadores/Parâmetros de LC
Conceitual	Apropriar-se de conceitos científicos	Dominar conceitos científicos; Aplicar conceitos científicos.
Procedimental	Compreender os procedimentos e processos científicos e desenvolver habilidades e competências	Compreender os meios de produção do conhecimento; Compreender a aplicação da ciência no cotidiano; Utilizar o conhecimento científico no exercício da cidadania; Divulgar o conhecimento produzido.
Afetiva	Desenvolver simpatia pela ciência	Engajar-se no estudo sobre ciência; Desenvolver o interesse e o apreço pela ciência.

Tabela 1.- Dimensões de Letramento Científico, segundo Kemp (2002).

Os parâmetros apontados por Kemp (2002) não se restringem a uma visão técnica sobre LC, uma vez que englobam critérios críticos – como o uso da ciência no exercício da cidadania – que estão de acordo com os pressupostos teóricos para o ensino de ciências usados neste trabalho.

O que há na literatura sobre as contribuições do ensino baseado no contexto para o LC dos estudantes?

Com a intenção de identificar o que já foi apresentado acerca das contribuições do ensino a partir de temas do contexto para formar cidadãos cientificamente letrados, realizamos uma revisão da literatura. A nossa busca se deu a partir da base de dados *Education Resources Information Center* (ERIC), por indexar os principais periódicos internacionais que divulgam pesquisas na área de Educação e, conseqüentemente, de ensino de ciências. Para realizar a busca por artigos na base ERIC, usamos as seguintes palavras-chave: “*STS*” e “*Context-based*” (termo que julgamos mais apropriado para ensino temático, em inglês), conjugando com o termo “*science education*”, no período de 2007 a abril de 2016. Essa busca e o refinamento feito geraram 31 artigos que foram lidos integralmente. Desses, cinco eram de natureza teórica e nove relatavam experiências que não indicavam resultados de uma investigação. Em função de nosso interesse, trabalhamos com os 17 artigos restantes.

Desses trabalhos, doze ressaltavam tanto o engajamento dos estudantes nas aulas de ciências quanto o desenvolvimento de uma visão positiva da ciência a partir de aulas desenvolvidas usando os pressupostos CTS. Em relação à dimensão conceitual do LC, esses trabalhos são discordantes. Algumas pesquisas (Broman, Bernholt e Parchmann, 2015; Havu-Nuutinen, Karkkainen e Keinonen, 2011; King, Bellocchi e Ritchie, 2008; King e Ritchie, 2013; King, Winner e Ginns, 2011; Niezer, Silveira e Sauer, 2017; Ulusoy e Onen, 2014; Ummels, Kamp, Kroon e Boersma, 2015; Umoren,

2007) mostram a apropriação de conceitos científicos a partir de aulas ancoradas nos pressupostos CTS, enquanto outras (Akçay e Yager, 2010; Yager, 2007; Yager e Akçay, 2007, 2008; Yager, Choi, Yager e Akçay, 2009) afirmam que a dimensão conceitual tem desenvolvimento semelhante quando comparada com outras abordagens. Os demais (três) não fizeram análise da dimensão conceitual.

A Tabela 2 apresenta uma síntese da contribuição do ensino de ciências baseado no contexto para o LC dos estudantes que vivenciaram essa perspectiva de ensino, segundo a literatura consultada, agrupados de acordo com as três dimensões de LC propostas por Kemp (2002).

Dimensão do LC	Contribuições do ensino CTS segundo a literatura consultada
Conceitual	<ul style="list-style-type: none">- Domínio de conceitos científicos*;- Habilidade em aplicar conceitos científicos;
Procedimental	<ul style="list-style-type: none">- Habilidades relacionadas à natureza da ciência;- Pensamento crítico;- Habilidades atitudinais;- Formação cidadã;- Habilidades relacionadas à história da ciência;- Habilidade em resolver situações-problema;
Afetiva	<ul style="list-style-type: none">- Engajamento no estudo sobre ciências;- Visão positiva sobre a ciência

Tabela 2.- Contribuições do ensino CTS para o LC segundo a literatura consultada.

Apesar de não termos destacado a dimensão procedimental (devido à limitação de espaço para a escrita deste artigo), observamos, nos trabalhos citados, que há consenso em relação à contribuição do ensino de ciências pautado nos pressupostos CTS tanto para a dimensão procedimental quanto para a afetiva, o que não acontece com a dimensão conceitual.

Como exemplo de pesquisas que evidenciam a apropriação do conhecimento científico a partir de abordagens baseadas nos pressupostos CTS, destacamos o estudo comparativo conduzido por King, Bellocchi e Ritchie (2008). Eles investigam uma estudante que cursou o último ano da Educação Básica (correspondente ao terceiro ano do ensino médio, no Brasil), em que a organização curricular era fundamentada em conceitos. Após ter sido reprovada, o currículo de Química que ela frequentou pela segunda vez estava organizado por temas. Nas duas experiências da estudante foram realizadas entrevistas semiestruturadas com ela, objetivando identificar a percepção dela sobre essas duas perspectivas de ensino, bem como a apropriação de conceitos ao construir argumentos. Os autores apontam indícios e sustentam a hipótese de que o ensino a partir de temas potencializou o estabelecimento de relações entre a ciência e o cotidiano daquela estudante. Eles ressaltam a apropriação dos conceitos científicos na abordagem temática, argumentando que a estudante aprendeu a argumentar usando adequadamente os conceitos.

Entre os trabalhos que não identificam ganhos conceituais com o ensino baseado no contexto, destacamos os que foram realizados por Yager e

colaboradores. Como exemplo trazemos o trabalho de Yager e Akcay (2008), envolvendo 52 estudantes americanos e dois professores. Enquanto um dos professores promoveu as aulas de ciências a partir dos pressupostos CTS com metade dos alunos, o outro organizou as aulas para a segunda metade dos estudantes em torno do livro didático, com foco nos conceitos científicos. A partir da aplicação de pré e pós testes aos estudantes participantes, os autores perceberam que a aprendizagem de conceitos científicos se deu com a mesma intensidade nos dois contextos estudados.

Assim como Kemp (2002), defendemos que o entendimento de fenômenos socialmente relevantes, como é o caso da água, dependem da compreensão de alguns conceitos científicos. Portanto, neste trabalho, propomos reflexões que visam auxiliar na compreensão da contribuição das abordagens baseadas em pressupostos CTS para o LC dos estudantes, nas dimensões conceitual, procedimental e afetiva.

Metodologia

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, Brasil) que, no ano de 2016, tinha algumas turmas de EJA com intuito de promover ação social. O pesquisador foi o professor regente das turmas no ano anterior à realização desta pesquisa e, também, no ano em que esta foi realizada. Portanto, tinha conhecimentos gerais sobre os estudantes em termos de apropriação conceitual e de rendimento.

Por serem estudantes de idade superior aos estudantes de uma escola regular de Ensino Médio, os estudantes de EJA apresentam dificuldade em se apropriar de conceitos científicos, principalmente quando não percebem a relação do conhecimento desenvolvido nas aulas com o cotidiano, tão significativo para eles. Ademais, a EJA oferece menor rigidez curricular, o que possibilitou o desenvolvimento da sequência didática com enfoque CTS ao longo da terceira (e última) etapa do ano letivo de 2016.

Foram investigadas duas turmas – A e B – com 39 e 40 estudantes, respectivamente, totalizando 79 participantes. O perfil dos estudantes dessas duas turmas era bastante heterogêneo em relação à faixa etária, que variava de 18 a 70 anos de idade, sendo que a maioria deles se encontrava na faixa de 30 a 50 anos.

Antes do desenvolvimento da sequência didática com o tema “Água”, a participação dos estudantes durante as aulas de Química era considerada regular, de acordo com a percepção subjetiva do professor ao longo do ano letivo. Ou seja, havia participação verbal de estudantes durante as aulas, mas essa participação se restringia a alguns poucos. No que se refere aos instrumentos avaliativos de múltipla escolha usados pela escola e que eram aplicados ao final de cada etapa, o resultado não era considerado bom pelos professores em geral e nem pelos próprios estudantes, que se mostravam desmotivados e decepcionados com o próprio rendimento. Usamos as planilhas de notas da escola, das duas primeiras etapas do ano letivo de 2016, nas quais constava o índice médio de acerto dos estudantes nas questões avaliativas de Química dos dois primeiros trimestres e comparamos com o desempenho no terceiro trimestre, quando se deu esta

pesquisa. Sabemos que uma avaliação não abarca toda a dimensão conceitual do letramento científico, mas julgamos que ela pode fornecer uma ideia sobre o rendimento médio dos estudantes ao longo do ano letivo.

Foi usado, como base para a proposição da sequência didática, um material didático impresso que, segundo a autora (Quadros, 2016), está ancorado nos pressupostos CTS para o ensino de ciências. A Figura 1 explicita a maneira como a temática “Água” foi abordada em sala de aula. Nesse esquema, é possível observar tanto os conceitos científicos (ex: “estados físicos da matéria”, “fotossíntese”, “pressão de vapor”) quanto os contextos socioambientais (ex: “consumismo”, “disponibilidade de recursos naturais”) e tecnológicos (ex: “métodos de tratamento da água”, “mecanismo de funcionamento da panela de pressão” e as formas de consumo de água – doméstico e industrial) dos estudantes. Nesse sentido, podemos dizer que as linhas, na Figura 1, representam possíveis relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade quando se trata da temática “Água”.

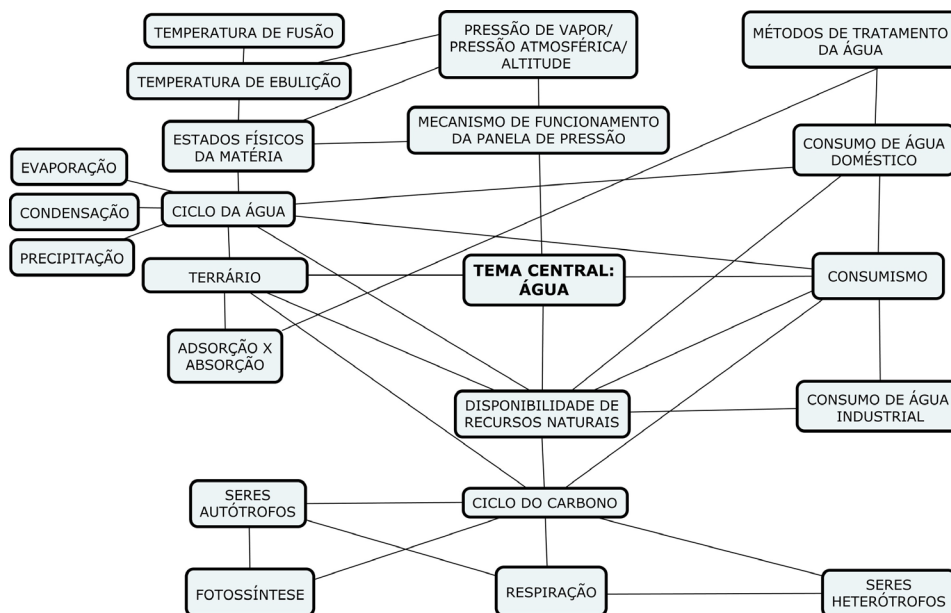


Figura 1.- Relações CTS abordadas na temática “Água”.

As atividades com os estudantes foram realizadas ao longo de oito aulas, de 100 minutos cada, o que representou dois meses de duração. Como a primeira forma de produção de dados, os estudantes foram convidados a escrever um texto sobre a temática “Água”, logo no início da primeira aula. Em seguida, de posse de alguns extratos mensais de consumo residencial de água (contas de água), demonstrativos esses que listam algumas informações sobre a qualidade da água entregue à população, o professor conduziu uma ampla discussão acerca do consumo e da responsabilidade de cada um em relação à água e ao seu desperdício. Na segunda aula, seguindo o material didático impresso, foi construído um terrário em garrafa PET, como forma de criar (mantidas as limitações) um modelo do ciclo da água. Esse terrário foi amplamente discutido nessa aula e desencadeou as aulas seguintes, que se relacionavam a ele. Nessas aulas foram explorados os estados físicos dos materiais e os conceitos de evaporação, condensação,

precipitação, absorção/adsorção, temperaturas de ebulição e fusão, pressão atmosférica, altitude, pressão de vapor, seres autótrofos/heterótrofos, dentre outros considerados importantes. A fotossíntese foi tratada para entender o motivo de a planta se desenvolver dentro do terrário, o que significou, nesse momento, um nível básico do conceito.

Além do texto inicial produzido pelos estudantes, foram inseridas três questões de Química na avaliação formal das turmas, as quais foram objeto de análise. Entretanto, neste trabalho, a ênfase é dada para os textos produzidos pelos estudantes, ou seja, não nos detivemos em uma análise criteriosa das questões, nos limitando aos resultados. Essas questões trataram dos conceitos de autotrofismo e heterotrofismo, bem como a diferença entre respiração e fotossíntese (1ª), do conceito de sorção (2ª) e de "mudanças de estado físico" em um contexto completamente diverso ao que ocorreu na sequência didática (3ª). Do total de 79 estudantes participantes, 68 responderam a essas questões.

Ao final da sequência foi solicitado aos estudantes que elaborassem um novo texto sobre o tema água e que, assim como o primeiro, a escrita deveria ser livre, ou seja, o professor não solicitou nada específico em relação ao tema. Além desses três instrumentos de produção de dados, as oito aulas foram gravadas em vídeo, para posterior análise.

Para a análise das questões presentes no instrumento de avaliação da escola, fizemos um levantamento quantitativo, considerando os acertos. Para nos certificar de que a resposta dada a essas questões era coerente com as ideias dos estudantes 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. Com isso, pudemos nos certificar, sempre que possível, se a resposta escolhida pelo estudante nas questões de múltipla escolha era coerente com o que ele argumentou durante as aulas.

Foram realizadas transcrições de alguns momentos das aulas. Nessas transcrições, 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. Esses códigos de identificação foram usados para preservar a identidade de cada um dos participantes. 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.

Em relação à produção textual, consideramos apenas os textos dos 33 estudantes que participaram das duas produções (inicial e final). A partir de uma leitura inicial dos textos produzidos, nós os classificamos em três grupos conforme a natureza do conteúdo apresentado: (1) conteúdo de natureza cotidiana; (2) conteúdo científico sem vínculo com questões socioambientais; (3) conteúdos socioambiental e científico articulados. Esse agrupamento (o qual chamamos de categoria) proposto emergiu, portanto, dos dados. A partir dessa categorização, comparamos os textos iniciais e finais de cada estudante. O objetivo principal dessa análise foi identificar se havia diferença entre os textos iniciais e os finais, com relação à dimensão conceitual proposta por Kemp (2002).

Resultados e discussão

Para organizar nossos dados, dividimos a análise em três partes. A primeira se refere ao envolvimento dos estudantes nas aulas, a segunda à análise dos resultados obtidos com um instrumento de produção de dados contendo questões de múltipla escolha e a terceira está relacionada à análise dos textos produzidos pelos estudantes no início e no final do desenvolvimento da sequência didática.

a) O envolvimento nas aulas

As análises das gravações em áudio e vídeo, bem como a percepção do professor-pesquisador, revelam que os estudantes se mostraram bastante engajados em participar das propostas ao longo da sequência didática temática. Fazemos a transcrição de dois momentos das aulas, apenas para dar uma ideia dessa participação, nos quais os estudantes propõem explicações aos questionamentos e problematizações e formulam questões consistentes e importantes sobre a temática discutida.

O primeiro fragmente, abaixo transcrito, refere-se à conversação, abordando a presença da planta dentro do terrário, realizada logo que ele foi construído.

P: Eu já vi que tem muita gente que está falando assim... ah... a planta vai morrer, a planta vai viver. Então, eu quero que a gente pense um pouco sobre isso... o que vai ter acontecido com a planta quando a gente voltar aqui na semana que vem e olhar pra ela, ou quando a gente voltar daqui a um mês?

E1: Vai tá murcha, vai morrer.

E2: Murcha? De jeito nenhum.

E1: Você vai ver.

P: Então, olha só... tem gente que tá achando que ela vai morrer (o professor escreve na lousa essa hipótese).

E2: Não...ela vai fixar raiz e vai crescer.

P: Tem gente que acha que ela vai fixar raiz e vai crescer (o professor também escreve na lousa essa hipótese). 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 que acontece se faltar CO₂? Por que ela precisa de CO₂?

E2/E5: Inaudível

P: O A2 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, qual que é o nome desse processo?

Vários estudantes: Fotossíntese.

É possível perceber que nesse fragmento, que durou aproximadamente dois minutos, cinco estudantes participaram do discurso levantando hipóteses sobre o que aconteceria com a planta dentro do terrário. Essa participação deveu-se, em parte, ao fato de que eles estavam tratando de uma situação conhecida e para a qual eles tinham contribuições a dar e, em parte, pela condução do professor, que deixou espaço para a participação e não julgou (no sentido de qualificar como certo ou errado) os comentários dos estudantes.

No fragmento seguinte, ocorrido na turma B, também foram cinco os participantes no discurso. Porém, diferentemente do fragmento anterior, a interação discursiva foi tão efetiva que os estudantes sequer solicitavam a confirmação do professor para as hipóteses que levantavam. Apenas o quinto participante (E5) perguntou ao professor qual seria a função do carvão no terrário.

P: A planta precisa de CO₂ para viver?

Vários estudantes: Sim!

P: Aí 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?

Assim como nesses dois fragmentos, nas demais aulas a participação sempre foi ativa e acima da média do que aconteceu nas duas primeiras etapas do ano. E o mais interessante foi observar que praticamente todos os estudantes participaram em algum momento da discussão. Esse dado vem ao encontro do que já argumentou Aikenhead (1994), acerca do significativo engajamento dos estudantes com as aulas quando o ensino parte de temas do contexto social. Além disso, o engajamento está relacionado à dimensão afetiva do letramento científico (Kemp, 2002).

Consideramos que o envolvimento dos estudantes foi de grande valor para o desenvolvimento da sequência didática, principalmente no contexto de uma turma de EJA. Trata-se de um público bastante distinto em relação aos estudantes de Ensino Médio e que aparenta desinteresse pelas disciplinas das Ciências da Natureza (Gomes e Garcia, 2014) e que possui um percurso formativo diferenciado (Oliveira, 2005). Acreditamos que o desinteresse acontece quando esses estudantes não percebem a relação entre a ciência trabalhada na sala de aula e o mundo da vida, tão significativo para eles. Nas aulas desenvolvidas eles demonstraram grande interesse pela temática discutida e ofereceram indícios de que faziam leitura do material didático em horários extraclasse.

A participação ativa dos estudantes se deu desde a construção do terrário, em grupos, o que aparentou promover o envolvimento, uma vez que eles produziram seu próprio sistema para posterior observação. Muitas hipóteses foram levantadas em sala pelos estudantes, embora algumas delas já estivessem no planejamento da aula, como podemos perceber na fala do professor apresentada na primeira transcrição: “Eu já vi que tem muita gente que está falando assim... ah... a planta vai morrer, a planta vai viver. Então, eu quero que a gente pense um pouco sobre isso”.

Nesse sentido, o professor considerou a fala dos estudantes na sala de aula e as hipóteses ou ideias foram amplamente discutidas, o que parece ter sido significativo para os estudantes. Acreditamos que essa postura é coerente com os pressupostos do movimento CTS, uma vez que esse movimento visa, entre outros objetivos, a maior participação dos cidadãos nas decisões de caráter tecnocientífico. Para que os estudantes participem de discussões sociais que envolvam a tecnociência é indicado que a escola promova a compreensão das informações trabalhadas, transformando-as em conhecimento. Nesse sentido, a sequência didática baseada no contexto tem muito a contribuir, uma vez que trata de situações que fazem parte do cotidiano dos estudantes ou que interferem diretamente na vida de cada um deles.

Outro fator que nos pareceu contribuir para o envolvimento dos estudantes foi o uso de um material didático temático, diferente do que eles estão habituados no ensino formal. Como o material didático esteve à disposição dos estudantes desde o início da sequência didática, em alguns momentos foi possível observar que eles se valeram do material em períodos extraclasse. O fato de o material didático impresso enfatizar a compreensão do tema, trazendo os conceitos como ferramenta para a sua compreensão, parece ter favorecido a leitura, mesmo quando isso não havia sido solicitado pelo professor. Os estudantes encontraram no material didático apoio para aprender a temática discutida durante as aulas, não só

no que se refere aos conceitos científicos, mas, também, aos aspectos sociais e tecnológicos.

Durante as discussões ocorridas nas aulas, percebemos que, em muitas situações, os estudantes recorriam ao livro para buscar elementos que os auxiliassem na proposição de soluções para os problemas e questionamentos feitos pelo professor. Em vários momentos surgiram falas do tipo "Eu li lá que...", se referindo ao livro. Diante disso, defendemos que mais materiais didáticos com caráter temático sejam desenvolvidos, uma vez que esse recurso se mostrou de grande valor para a participação e o envolvimento dos estudantes em aprender ciências.

A participação efetiva dos estudantes de EJA nas aulas de Química nos faz argumentar em prol do ensino organizado a partir de um tema, pelo fato de ele ser mais significativo para os estudantes, já que eles podem relacionar o conhecimento escolar com fatos da vida cotidiana, o que certamente favorece a formação para o exercício da cidadania. Isso provavelmente fez com que os estudantes se engajassem mais nas atividades propostas ao longo da sequência didática, o que está relacionado à dimensão afetiva (Kemp, 2002). Com base em nossa experiência como docente dessas turmas ao longo de mais de um ano e considerando as evidências apresentadas anteriormente, é possível afirmar que o engajamento dos estudantes ao trabalharem com a temática água foi bem superior ao engajamento em aulas anteriores, nas quais o foco era nos conceitos científicos.

b) Resultados obtidos com o questionário de múltipla escolha

Para dar uma ideia sobre o instrumento de produção de dados "questionário", a seguir descrevemos as três questões acompanhadas do resultado esperado em cada uma delas. As questões foram propostas pelos autores, de forma a exigir do estudante um raciocínio ancorado em conceitos científicos. Elas abordaram os conceitos de seres autótrofos, seres heterótrofos e respiração celular (1ª), a função do carvão no terrário ou a adsorção (2ª) e a condensação da água presente no ar quando em contato com uma superfície mais fria (3ª). Na primeira questão era esperado que os estudantes identificassem os seres autótrofos como produtores de glicose e de oxigênio, a partir da fotossíntese, já que a planta colocada no terrário no início da sequência didática sobrevive em um ambiente fechado. Para a segunda questão consideramos que a absorção é um conceito comum aos estudantes (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. No caso do conceito de adsorção, ocorre a adesão (fixação) de componentes (o adsorvido) a uma superfície sólida (o adsorvente). Esses componentes ficam retidos na superfície do sólido por interações químicas. É pelo efeito de adsorção que o carvão é usado em filtros de água e foi usado no terrário. A terceira questão tratou de uma situação cotidiana na qual um copo com água e gelo fica, após alguns minutos, 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. Para

responderem corretamente, os estudantes necessitariam de domínio conceitual.

A Tabela 3 mostra a porcentagem de acerto em cada uma das questões, comparando com o desempenho dos estudantes em duas avaliações anteriores à experiência com a sequência didática temática.

Questão	Nº. de respostas cientificamente adequadas	% de respostas cientificamente adequadas	% de acerto nas avaliações anteriores a essa experiência	
	Etapa da pesquisa (3º trimestre)		1º. trimestre	2º. trimestre
1. Seres autótrofos e heterótrofos	34	50	34,3	37,6
2. Adsorção	46	68		
3. Condensação dos vapores de água	36	53		

Tabela 3.- Comparativo do desempenho dos estudantes durante a pesquisa e nos trimestres anteriores.

Embora tenhamos pleno conhecimento de que questões objetivas nem sempre dão indicação de aprendizagem, consideramos significativos os dados apresentados por essas duas turmas, uma vez que a resposta correta é um indício de apropriação de conceitos. Os vídeos originários da gravação das aulas permitem analisar como cada um dos conceitos envolvidos nessas questões foi discutido pelos estudantes durante as aulas e, assim, fazer uma comparação com o desempenho de cada um nessas questões. Por uma questão de limitação de espaço, não apresentamos as transcrições desses momentos das aulas em que os estudantes trataram dos conceitos necessários para construir as respostas às questões. Alguns desses momentos estão transcritos e podem ser consultados em Rodrigues (2017). Temos convicção de que a oportunidade que esses estudantes tiveram de relacionar o contexto social (ou ambiental) com explicações fundamentadas por conceitos científicos, durante as aulas, contribuiu para esse desempenho na avaliação formal da escola.

Consideramos que os nossos resultados estão em consonância com as pesquisas encontradas na literatura (por exemplo King e Ritchie, 2013; King, Winner e Ginns, 2011; Ulusoy e Onen, 2014; Ummels et al., 2015), que apontam o ensino de ciências com abordagem CTS como um potencializador da aprendizagem de conceitos científicos. Sustentamos essa afirmação na evidência de que os estudantes analisados nesta pesquisa, no que se refere ao domínio e aplicação de conceitos científicos, obtiveram melhor desempenho quando vivenciaram o ensino baseado no contexto do que quando vivenciaram o ensino mais conceitual, sem tanta ênfase no contexto.

c) Análise das produções textuais

Conforme já relatado, a escrita dos textos se deu em dois momentos: ao início e ao final da sequência didática. Nos dois casos a produção foi solicitada pelo professor, que orientou os alunos a escreverem um texto sobre a temática "Água", sem definir qualquer tipo de padrão, ou seja, os estudantes foram orientados a escrever o que sabiam do tema, levando em consideração o conhecimento escolar e extraescolar.

Considerando as duas turmas em que a sequência didática foi desenvolvida, 33 estudantes realizaram as duas produções textuais (inicial e final). Deixamos de analisar os textos dos outros 46 estudantes, uma vez que esses produziram textos em apenas um dos momentos. Diante disso, foram lidos 66 textos (33 iniciais e 33 finais). A análise dos textos buscou identificar a natureza do conteúdo que foi utilizado para fundamentar as argumentações dos estudantes, antes e depois da sequência didática, nas três categorias já descritas: (1) conteúdo de natureza cotidiana; (2) conteúdo científico sem vínculo com questões socioambientais; (3) conteúdos socioambiental e científico articulados. A seguir, explicamos cada uma dessas categoriais.

A categoria 1 se refere aos textos em que os estudantes não apresentaram qualquer argumento ou conteúdo científico na estruturação do texto sobre a temática água. Nesses casos, os estudantes se apropriaram da linguagem do cotidiano ou de aspectos ambientais fartamente difundidos pela mídia, vinculados à temática "Água". A seguir é apresentado um fragmento de texto que exemplifica as produções textuais que foram enquadradas na categoria 1.

Nosso corpo é, em sua maior parte, constituído de água. Necessitamos dela para banharmos e cozinharmos os alimentos que devemos ingerir. Ela é essencial nos afazeres domésticos, no cultivo dos alimentos e é essencial para a nossa existência. (Produção textual inicial de E8).

Nesse fragmento de produção inicial do estudante 8 é possível perceber que ele vinculou a temática "Água" a questões práticas, do uso cotidiano. Alguns textos enquadrados nessa categoria também levaram em consideração aspectos socioambientais, como o desperdício doméstico e a poluição de recursos hídricos. Esses estudantes não usaram conceitos científicos para produzir o texto sobre a temática "Água". Acreditamos que as vivências extraescolares dos estudantes foram fundamentais para a produção do texto inicial, uma vez que o conteúdo apresentado por eles está diretamente relacionado às vivências cotidianas e às campanhas divulgadas na mídia abordando a economia de água.

A categoria 2 engloba as produções textuais que consideraram a dimensão científica, mas não foram capazes de articulá-las às questões sociais, evidenciando que o estudante não utilizou a ciência como ferramenta de compreensão e/ou modificação de um problema social. Nesses casos, a ciência pode ter surgido por se tratar de uma produção feita em um ambiente escolar, o que, para alguns estudantes, sugere o uso da ciência mesmo que de maneira inadequada ou desvinculada de questões

sociais. A transcrição textual a seguir representa um fragmento de texto que foi enquadrado nessa categoria.

A água muda de estado físico na natureza. Ela evapora, condensa e precipita. Além disso, a água é responsável por 70% da formação do nosso corpo, sendo muito importante para a humanidade. (Produção textual final de E22).

Esse fragmento revela que o estudante E22 fez uso de conceitos científicos relacionados aos estados físicos da matéria. Entretanto, esses conceitos não foram articulados a qualquer questão social e, portanto, o estudante não demonstrou a habilidade de estabelecer relações entre os conceitos científicos e as questões socioambientais de interesse da sociedade contemporânea.

Por fim, a categoria 3 engloba os textos em que os estudantes utilizaram aspectos da ciência para tratar de questões socioambientais. Nesses casos, o conhecimento científico foi articulado aos conhecimentos socioambientais de forma a sustentar as ideias defendidas pelos estudantes. Os textos que se enquadram nessa categoria evidenciam que os estudantes que os escreveram utilizaram aspectos da ciência para ampliar a concepção sobre questões contemporâneas, como as envolvidas na temática "Água". Consideramos que os estudantes que escreveram textos que se enquadram nessa categoria alcançaram um dos objetivos do ensino de ciências na perspectiva CTS, uma vez que esse ensino visa a formação de cidadãos mais críticos, capazes de articular os domínios da Ciência, da Tecnologia, da Sociedade, capacitando-os para as tomadas de decisão requeridas na atualidade (Santos, 2007a). Os fragmentos de texto a seguir exemplificam as produções textuais que foram enquadradas na categoria 3.

Não nos preocupamos em regar a planta do terrário por causa do ciclo da água que ia evaporar, mas ia voltar pro estado líquido, regando a planta. No nosso cotidiano, a água é poluída de forma que muitas vezes não é tratada e com isso, mesmo ocorrendo o ciclo natural da água, a mesma pode deixar de ser potável. (Produção textual final de E5).

No terrário, acontece o ciclo da água. A água que está na terra evapora, se acumula na parte mais alta da garrafa, condensa e precipita, caindo na terra e iniciando um novo ciclo. No planeta, isso também acontece. A falta da água é uma preocupação porque fazemos mau uso dela, além de desperdiçarmos em nossos afazeres domésticos, compramos várias coisas sem necessidade, fazendo com que as grandes indústrias precisem produzir mais, as mesmas indústrias que utilizam água na maioria dos processos de produção, em alguns casos, jogando seus rejeitos nos rios e poluindo nossa água. (Produção textual final de E8).

Tanto na produção textual de E5 quanto na de E8 fica claro que há o entendimento da ocorrência do ciclo da água no terrário e que esse ciclo ocorre de maneira semelhante no planeta. Além disso, os alunos articulam esse conhecimento científico a aspectos socioambientais, como o uso inadequado da água e o consumismo, reconhecendo que existem ações antrópicas que podem diminuir a quantidade de água potável disponível no

planeta, mesmo ocorrendo o ciclo natural. Dessa maneira, o conhecimento científico foi articulado às questões socioambientais, ou seja, serviu como ferramenta de compreensão e de intervenção no mundo social dos estudantes.

Realizamos a releitura das 66 produções dos estudantes (33 iniciais e 33 finais) com a intenção de classificá-las em uma das três categorias descritas anteriormente. A Tabela 4 indica a porcentagem de estudantes em cada categoria, antes e depois do desenvolvimento da sequência didática.

	Categoria do texto inicial			Categoria do texto final		
	1	2	3	1	2	3
Número e porcentagem de estudantes	27 (82%)	6 (18%)	0	2 (6%)	11 (33%)	20 (61%)

Tabela 4.- Categorização dos textos produzidos pelos estudantes (início e final).

Observando a Tabela 4 é possível perceber que 82% dos estudantes utilizaram somente a dimensão cotidiana para fundamentar o texto inicial e 18% deles utilizou alguns conceitos científicos, embora não os tenha articulado com questões de interesse da sociedade. Na produção textual que precedeu a SD em questão, nenhum dos estudantes utilizou conceitos científicos de maneira articulada a uma questão social para estruturar seu texto.

Após a vivência na SD com a temática "Água", 61% dos estudantes demonstraram, por meio do conteúdo apresentado no texto final, a capacidade de articular os conceitos científicos que emergiram durante a sequência didática para fundamentar o texto com a temática Água, conforme evidenciado na Tabela 2. Esses estudantes demonstraram utilizar a ciência como ferramenta de compreensão e, em alguns casos, modificação do mundo, o que, em nossa opinião, é um forte indício de melhoria das dimensões conceitual e procedimental (Kemp, 2002). Além disso, 33% dos estudantes que tiveram os textos analisados apresentou algum conteúdo científico no texto final, embora não o tenham relacionado com o cotidiano ou com uma problemática da sociedade. Somente 6% dos estudantes que tiveram os textos analisados não utilizou qualquer conteúdo científico no texto final.

Diante desses dados, podemos afirmar que os estudantes apresentaram indícios de que evoluíram no que se refere ao uso da ciência como ferramenta de compreensão do mundo, ou seja, há indícios do desenvolvimento das dimensões procedimental e conceitual do LC (Kemp, 2002). Com o objetivo de sustentar essa afirmação, selecionamos fragmentos de textos de dois estudantes, como exemplo do que aconteceu com a maior parte dos estudantes investigados.

A estudante 06 (E06), no texto inicial, se baseou em atividades cotidianas em que se faz o uso da água, ressaltando a importância desse recurso na sociedade. No texto final, a estudante demonstrou compreender

o ciclo da água e a sua função na natureza. Transcrevemos, a seguir, um fragmento de cada um dos textos produzidos por ela.

Eu utilizo a água para tomar banho, lavar roupa, escovar os dentes, lavar o quintal, limpar casa. Estamos tão habituados à presença da água que só damos conta da sua importância quando ela nos faz falta. (Produção textual inicial de E06).

A água líquida vira água gás, depois condensa e precipita, isso é o ciclo da água. Por isso, o problema não é bem a falta da água e sim a qualidade da água que consumimos, pois, com tantas indústrias poluindo o meio ambiente e com o consumismo da população, o consumo da água é maior e muitas vezes ela fica poluída, quando a natureza não consegue reciclar. (Produção textual final de E06).

No texto inicial, E06 trouxe a ideia de água como um bem de consumo doméstico, para lavar, limpar, entre outras utilidades. Tanto que ela afirmou só se dar conta da importância desse bem quando ele falta. Portanto, a sua escrita, nesse texto, está diretamente vinculada ao uso que faz desse recurso. Após a sequência didática ela mostrou ter desenvolvido consciência sobre os efeitos humanos e industriais sobre a qualidade da água. No segundo texto, E06 se referiu novamente ao consumo de água, só que incorporou a produção industrial e o consequente gasto de água na fabricação de outros bens e, ainda, a poluição de recursos hídricos. Embora a redação dos textos tenha se dado com um curto intervalo de tempo (menos de dois meses), acreditamos que a estudante pode ter desenvolvido uma capacidade crítica que lhe permita readequar a sua postura cotidiana para contribuir com uma questão de extrema relevância para a sociedade. Portanto, a articulação do conhecimento científico a questões socioambientais é um forte indício de que a estudante desenvolveu o LC e se encaminha em direção a uma formação para o exercício da cidadania.

Da mesma maneira que E06, o estudante 33 (E33) apresentou sua produção final de maneira mais fundamentada do que a inicial, tanto no que se refere ao conteúdo científico quanto ao conteúdo socioambiental. A produção inicial do estudante revela uma preocupação com a preservação da água, mais relacionada à quantidade de água disponível no planeta. Já na produção final, além de incorporar aspectos científicos, E33 os articulou ao contexto social e se posicionou de maneira mais propositiva no que se refere à conservação da água.

A água é essencial para a minha vida. Desde o café da manhã até ao deitar eu uso água. A água é um recurso essencial para a vida de todos. Além de existir uma quantidade pequena de água disponível, ela tem sido desperdiçada e poluída por esgotos, diminuindo sua oferta para os seres humanos. (Produção textual inicial de E33).

A água do planeta é evaporada, condensa nas nuvens e cai de novo, formando o ciclo da água. Por isso, a maior preocupação da população é com a falta da água potável. Devido ao mau uso das indústrias que muitas vezes utilizam a água e devolvem poluída e de utilizarmos inadequadamente, torna a água imprópria para o consumo, causando mais estragos. (Produção textual final de E33)

Com base no fragmento inicial, percebemos que E33 tratou do tema de maneira genérica e, aparentemente, se distanciou dos problemas relacionados à água ao afirmar que “ela tem sido desperdiçada e poluída”. Nessa fala, esse estudante pode estar se referindo a “outros” que desperdiçam. Em contrapartida, no fragmento do texto produzido ao final da sequência didática, o discurso do estudante nos permite interpretar que ele se inseriu na problemática proposta. Assim entendemos considerando que o estudante passou a se expressar na primeira pessoa do plural ao tratar dos problemas relacionados à água. Nesse sentido, o estudante evidenciou ter feito uma leitura mais crítica da realidade, uma vez que apresentou, na produção final, argumentos mais consistentes e específicos em favor do uso e da conservação da água do que na produção inicial. E, mais do que isso, o estudante demonstrou elementos que indicam um sentimento de pertencimento a um tema de valor social discutido no espaço escolar.

Essas evidências são de grande relevância para nosso estudo, uma vez que indicam que a sequência didática desenvolvida em sala de aula foi significativa para os estudantes, uma vez que possibilitou a aproximação do conhecimento escolar/científico das questões de grande valor na sociedade, em consonância com o que é defendido por Auler (2007). Mais importante ainda é perceber que alguns dos estudantes passaram a se sentir parte ativa dessas questões após vivenciarem a sequência didática baseada no contexto. Esse movimento indica que E33, assim como o E3, o E20, o E23, o E26 e o E29 (que também passaram da terceira pessoa no texto inicial para a primeira pessoa no texto final), além de outros estudantes, assumiram um posicionamento mais crítico e se mostraram mais aptos a tomar decisões sobre a temática discutida, conforme evidenciado pelas transcrições dos fragmentos de texto apresentados anteriormente.

Conclusões e implicações

Ao desenvolver este trabalho tínhamos a intenção de analisar possíveis contribuições do ensino de ciências com abordagem CTS para o desenvolvimento do Letramento Científico dos estudantes. A partir da análise dos dados, nós argumentamos que o ensino de ciências a partir de temas do contexto pode contribuir tanto para a apropriação de conceitos científicos, quanto para o desenvolvimento do LC dos estudantes, nas dimensões propostas por Kemp (2002).

Consideramos que o envolvimento dos estudantes da EJA com os problemas propostos durante as aulas foi fundamental para que eles se apropriassem de conceitos científicos necessários à resolução dos problemas. Acreditamos que isso aconteceu em função da temática “Água” ser relevante para os estudantes propiciando a inserção de muitos conceitos científicos. Muitos estudantes demonstraram, por meio do discurso escrito ou oral, que as aulas promoveram uma aproximação entre o mundo da escola e o mundo de vida dos estudantes, o que provavelmente – embora isso não tenha sido objeto de investigação – contribuiu para melhorar a visão que esses estudantes tinham sobre ciência. Ao se mostrarem engajados e motivados durante toda a sequência didática, eles demonstraram ter desenvolvido maior simpatia e apreço pelo estudo das ciências Naturais (Química, Física e Biologia). Com isso, os estudantes

punderam articular conhecimentos científicos – tradicionalmente restritos ao ambiente escolar – a questões de relevância para a sociedade. Argumentamos, portanto, que a dimensão afetiva do LC foi atendida.

Muitos estudantes foram capazes de articular o conhecimento científico a questões sociais e tecnológicas, mais especificamente nas produções escritas realizadas ao final da sequência didática. Nesses textos observamos algumas posturas que mostraram o desenvolvimento de habilidades atitudinais e uma visão mais crítica em relação ao ambiente. Com isso, acreditamos ter sido proporcionada, mesmo em um tempo limitado de dois meses, uma formação cidadã. Além disso, em várias situações de sala de aula os estudantes foram chamados a resolver problemas envolvendo situações do contexto, já que o material didático utilizado apresenta várias situações-problema. Nesse sentido, a dimensão procedimental do Letramento Científico, proposta por Kemp (2002), também foi atendida.

Em relação à dimensão conceitual, tanto o desempenho dos estudantes no instrumento avaliativo quanto o uso de conceitos nos textos produzidos após as aulas mostraram melhoras significativas a partir do desenvolvimento da sequência didática temática. Além disso, por meio dos vídeos das aulas percebemos que os estudantes passaram a se valer de alguns conceitos científicos em suas argumentações. Os textos produzidos mostraram a apropriação de conceitos como evaporação, condensação, precipitação, além de outros conceitos importantes para falar sobre a água. Observamos ainda que muitos deles relacionaram o ciclo da água percebido no terrário com o que acontece com a água na natureza. Portanto, na dimensão conceitual, nossos dados vão ao encontro dos resultados encontrados por outros autores (por exemplo, Broman et al., 2015; Havu-Nuutinen et al., 2011; King e Ritchie, 2013; King, Winner e Ginns, 2011; Ulusoy e Onen, 2014; Ummels et al., 2015).

Argumentamos que os estudantes que vivenciaram a sequência didática baseada no contexto desenvolveram o Letramento Científico. Sustentamos essa argumentação a partir das evidências de que o ensino de ciências na perspectiva CTS contribuiu para o desenvolvimento das três dimensões de LC propostas por Kemp (2002): conceitual, pelo domínio de conceitos e capacidade de aplicá-los; procedimental, principalmente pelo desenvolvimento de habilidades atitudinais em relação ao tema; e afetiva, pelo engajamento demonstrado nas aulas. Acreditamos que o ensino baseado no contexto oportuniza esse resultado por aproximar o conhecimento científico, muitas vezes sem significado para os estudantes, do contexto social. Essa aproximação pode fazer com que eles percebam que a ciência é uma forma de conhecimento importante para compreender o mundo ao seu redor.

Nesse sentido, defendemos que as práticas escolares sejam coerentes com o contexto em que os estudantes estão inseridos e se aproximem cada vez mais de questões com relevância para eles. Ao incorporar temáticas presentes no cotidiano dos estudantes, a escola pode ser um espaço de formação e de preparação de jovens e adultos para o exercício da cidadania de maneira mais crítica. Uma vez que o estudante se reconhece na sociedade e compreende a realidade de maneira crítica, ele pode estar

potencialmente preparado para intervir naquilo que o oprime, caminhando em direção a uma sociedade mais justa e igualitária.

Acreditamos que os resultados encontrados em nossa pesquisa podem ser ampliados para todos os estudantes, o que nos leva a defender o uso de temas de interesse dos estudantes para organizar as aulas de Química/Ciências nas escolas.

Destacamos a importância do material didático temático, que serve de apoio tanto ao professor, para desenvolver as atividades, quanto aos estudantes, para buscar conhecimentos que os auxiliem na construção de hipóteses e argumentos. Nesse sentido, o material didático temático se mostrou um instrumento adequado para auxiliar os estudantes no processo de apropriação dos conceitos científicos. Assim, incentivamos a produção de materiais didáticos baseados no contexto, considerada a relevância de seu uso em sala de aula e, também, a carência de materiais didáticos temáticos, fato também destacado pelos professores, em pesquisa de Rosa e Landim (2018).

Em função dos resultados obtidos, defendemos que o ensino de ciências baseado no contexto ocupe uma posição mais dominante na educação científica. Reconhecemos que para isso é necessário que mais pesquisas se dediquem a compreender as potencialidades e limitações dessa abordagem. Ademais, recomendamos que os cursos de formação de professores do campo das Ciências da Natureza incorporem cada vez mais aspectos teóricos e práticos da abordagem CTS.

Agradecimento

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gérias/Brasil.

Referências bibliográficas

Aikenhead, G. (1994). What is STS Science Teaching? Em J. Solomon e G. Aikenhead (Eds.), *STS Education: International Perspectives on Reform* (pp. 47-59). New York: Teachers College Press.

Akcay, H. e Yager, R. E. (2010). The impact of a science/technology/society teaching approach on student learning in five domains. *Journal of Science Education and Technology*, 19(6), 602-611. doi: [10.1007/s10956-010-9226-7](https://doi.org/10.1007/s10956-010-9226-7)

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

Auler, D. (2007). Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência & Ensino*, 1(n. especial), 1-20.

Auler, D., e Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, 7(1), 1-13. doi: [10.1590/S1516-73132001000100001](https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000100001)

Broman, K., Bernholt, S., e Parchmann, I. (2015). Analysing task design and students' responses to context-based problems through different analytical frameworks. *Research in Science & Technological Education*, 33(2), 143-161. doi: [10.1080/02635143.2014.989495](https://doi.org/10.1080/02635143.2014.989495)

Chassot, A. I. (2003). Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, 8(22), 89-100. Recuperado de: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>

Chrispino, A., Lima L. S., Albuquerque. M. B., Freitas, A. C. C. e Silva, M. A. F. B. (2013). A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos? *Ciência & Educação*, Bauru, 19(2), 455-479. doi: [10.1590/S1516-73132013000200015](https://doi.org/10.1590/S1516-73132013000200015)

Gomes, A. S. L. (2015). *Letramento Científico: um indicador para o Brasil*. São Paulo: Instituto Abramundo. Recuperado de: http://acaoeducativa.org.br/wp-content/uploads/2014/10/ILC_Letramento-cientifico_um-indicador-para-o-Brasil.pdf

Gomes, A. T. e Garcia, I. K. (2014). Perfil sócio-educacional de estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA): um estudo de realidades e interesses acerca do conceito Energia. *Latin-American Journal of Physics Education*, 8(3), 475-486

Havu-Nuutinen, S., Karkkainen, S. e Keinonen, T. (2011). Primary School Pupils' Perceptions of Water in the Context of STS Study Approach. *International Journal of Environmental and Science Education*, 6(4), 321-339. Recuperado de: <https://www.pegem.net/dosyalar/dokuman/138405-20140102154321-1.pdf>

Hurd, P. D. (1958). Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16, 13-16.

Kemp, A. C. (2002). Implications of diverse meanings for "scientific literacy". Em B. Crawford (Ed.), *Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association of Teachers in Science* (pp. 1202-1229). Pensacola: AETS.

King, D., Belocchi, A. e Ritchie, S. M. (2008). Making connections: Learning and teaching chemistry in context. *Research in Science Education*, 38(3), 365-384. doi: [10.1007/s11165-007-9070-9](https://doi.org/10.1007/s11165-007-9070-9)

King, D. T. e Ritchie, S. M. (2013). Academic Success in Context-Based Chemistry: Demonstrating fluid transitions between concepts and context. *International Journal of Science Education*, 35(7), 1159-1182. doi: [10.1080/09500693.2013.774508](https://doi.org/10.1080/09500693.2013.774508)

King, D. T., Winner, E. e Ginns, I. (2011). Outcomes and implications of one teacher's approach to context-based science in the middle years. *Teaching Science*, 57(2), 26-30. Recuperado de: <https://eprints.qut.edu.au/42526/1/42526a.pdf>

Miller, J. D. (1983). Scientific literacy: a conceptual and empirical review. *Daedalus: Journal of the American Academy of Arts and Sciences*, 112(2), 29-48. Recuperado de: www.jstor.org/stable/20024852

Mortimer, E. F. e Machado, A. H. (1996). A Linguagem em uma Aula de Ciências. *Presença Pedagógica*, 2(11), 49-57.

Niezer, T. M., Silveira, R. M. C. F. e Sauer, E. (2016). Ensino de soluções químicas por meio do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 15(3), 428-449. Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen15/REEC_15_3_7_ex921.pdf

Oliveira, M. K. (2005). Jovens e Adultos como sujeitos de conhecimento e aprendizagem. Em V. M. Ribeiro (Ed.), *Educação de Jovens e Adultos: novos leitores, novas leituras* (pp. 59-63). São Paulo: Ação Educativa.

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

Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. Em S. K. Abell e N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research in science education* (pp. 729-779). Routledge: New York.

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). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Rosa, I. S. C. e Landim, M. F. (2018). O enfoque CTSA no ensino de ecologia: concepções e práticas de professores do Ensino Médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 263-289. Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen17/REEC_17_1_13_ex1028.pdf

Santos, W. L. P. (2007a). Contextualização no ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, 1(n. especial), 1-12. Recuperado de: <http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=rcen&cod=contextualizacaoensino>

Santos, W. L. P. (2007b). Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, 12(36), 474-492. Recuperado de: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v12n36/a07v1236.pdf>

Santos, W. L. P. (2008). Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 1(1), 109-131. Recuperado de: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37426>

Santos, W. L. P. e Mortimer, E. F. (2002). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 1-23. doi: [10.1590/1983-21172000020202](https://doi.org/10.1590/1983-21172000020202)

Santos, W. L. P. e Schnetzler, R. P (1997). Educação em Química: compromisso com a cidadania. Ijuí, Editora da UNIJUÍ.

Sasseron, L. H. (2013). Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. Em A. M. P. Carvalho (Org.), *Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula* (pp. 41-62). São Paulo: Cengage Learning.

Sasseron, L. H. e Carvalho, A. M. P. (2008). Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, 13(3), 333-352. Recuperado de: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/445/263>

Sasseron, L. H. e Carvalho, A. M. P. (2011). Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1), 59-77.

Recuperado de:
<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246>

Ulusoy, F. M. e Onen, A. S. (2014). A Research on the Generative Learning Model Supported by Context-Based Learning. *Eurasia. Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(6), 537-546. doi: [10.12973/eurasia.2014.1215a](https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1215a)

Ummels, M. H. J., Kamp, M. J. A., Kroon, H. e Boersma, K. T. (2015). Promoting Conceptual Coherence Within Context-Based Biology Education. *Science Education*, 99(5), 958-985. doi: [10.1002/sce.21179](https://doi.org/10.1002/sce.21179)

Umoren, G. (2007). A science-technology-society paradigm and Cross River State secondary school students' scientific literacy: problem solving and decision making. *Educational Research and Reviews*, 2(4), 82-91. Recuperado de: <https://academicjournals.org/journal/ERR/article-abstract/2F7C3113358>

Yager, R. E. (2000). The history and future of science education reform. *Clearing House*, 74(1), 51-54. doi: [10.1080/00098655.2000.11478641](https://doi.org/10.1080/00098655.2000.11478641)

Yager, R. E. (2007). The sic "C" pyramid for realizing success with STS instruction. *Science Education International*, 18(2), 85-91. Recuperado de: http://www.icasonline.net/sei/june2007/18-2-2007-85_91.pdf

Yager, R. E. e Akcay, H. (2007). What results indicate concerning the successes with STS instruction. *The Science Educator*, 16(1), 13-21.

Yager, R. E. e Akcay, H. (2008). Comparison of student learning outcomes in middle school science classes with an STS approach and a typical textbook dominated approach. *Research in Middle Level Education Online*, 31(7), 1-16. doi: [10.1080/19404476.2008.11462050](https://doi.org/10.1080/19404476.2008.11462050)

Yager, R. E., Choi, A. R., Yager, S. O e Ackay, H. (2009). Comparing science learning among 4th-, 5th-, and 6th-grade students: STS versus textbook-based instruction. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 15-24. Recuperado de: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ849713.pdf>