



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM
QUÍMICA



ROBSON ALMEIDA MONTEIRO DE FARIAS

**CONTRIBUIÇÕES E LIMITAÇÕES DE UMA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA
SOBRE A QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA DERRAME DE ÓLEO NAS PRAIAS DO
NORDESTE NA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DE
ESTUDANTES**

Recife, 2020

ROBSON ALMEIDA MONTEIRO DE FARIAS

**CONTRIBUIÇÕES E LIMITAÇÕES DE UMA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA
SOBRE A QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA DERRAME DE ÓLEO NAS PRAIAS DO
NORDESTE NA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DE
ESTUDANTES**

Monografia apresentada à Coordenação do curso de Licenciatura em Química, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como pré-requisito final e obrigatório para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ruth do Nascimento Firme.

Recife, 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- F224c Farias, Robson Almeida Monteiro de
Contribuições e limitações de uma intervenção pedagógica sobre a questão sociocientífica derrame de óleo nas praias do nordeste na alfabetização científica e tecnológica de estudantes / Robson Almeida Monteiro de Farias. - 2020.
71 f.
- Orientadora: Ruth do Nascimento Firme.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Licenciatura em Química, Recife, 2020.
1. Alfabetização científica e tecnológica. 2. Questão sociocientífica. 3. Derrame de óleo no litoral. 4. Pesquisa intervenção pedagógica. I. Firme, Ruth do Nascimento, orient. II. Título

ROBSON ALMEIDA MONTEIRO DE FARIAS

**CONTRIBUIÇÕES E LIMITAÇÕES DE UMA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA
SOBRE A QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA DERRAME DE ÓLEO NAS PRAIAS DO
NORDESTE NA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DE
ESTUDANTES**

Monografia apresentada e aprovada em: ____/____/____.

Banca examinadora:

Profa. Dra. Ruth do Nascimento Firme
(Orientadora - Presidente/UFRPE)

Professora Ms. Wilka Karla Martins do Vale
(Examinadora Externa/ UFRPE)

Professora Dra. Suely Alves da Silva
(Examinadora Interna/UFRPE)

*À minha mãe, Maria do Carmo de Almeida,
por todos os dias orar por mim.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, acima da materialidade, de concepções e filosofias, agradeço aos deuses e deusas, santos e santas, anjos e anjas, que me acordam e me guiam todos os dias.

Agradeço a minha mãe, Maria do Carmo de Almeida, por todas as orações de proteção a mim confiadas e por toda dedicação. Obrigado por nunca desistir de mim.

Meu pai, Robson Gonçalves de Farias, obrigado por todos os momentos de alegria e segurança.

Aos meus amigos, de infância e que conquistei ao longo da graduação, todos os risos e conversas me levaram a reflexões sobre quem sou e sobre quem posso ser.

Ao DALQ, Diretório Acadêmico de Licenciatura em Química, Gestão Esperançar, obrigado por oportunizar diferentes pontos de vistas sobre a vida e despertar, em mim, atuações de lutas por uma democracia crítica e justa. Local de luta e de amizades.

Ao movimento estudantil Levante Popular da Juventude, que me acolheu por ser quem sou e por mostrar que a luta de um e uma é de todos e todas. A educação é um ato político, para todas e todos.

Agradeço aos professores e professoras, da educação básica e universidade – até então –, por disponibilizarem seus conhecimentos e me fazerem enxergar que o ensino é um caminho de possibilidades para diálogos e transformações.

À minha orientadora, professora Ruth do Nascimento Firme, agradeço pelo tempo disposto e pela paciência. Obrigado por acreditar em mim e fazer desta pesquisa realidade e porta de entrada às pesquisas futuras.

Agradeço à banca examinadora pelo tempo e orientações nesta pesquisa.

Aos estudantes que participaram voluntariamente da intervenção; a escola campo estágio e ao professor supervisor; obrigado por fazerem parte da construção deste estudo e de serem experiências a minha formação.

Não há lugar para a sabedoria onde não há paciência.

RESUMO

Neste trabalho monográfico tivemos como objetivo analisar contribuições e limitações de uma intervenção pedagógica, sobre a QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste, na ACT de estudantes no Ensino de Química. Nesta perspectiva: analisamos níveis de ACT de estudantes; avaliamos as características das QSC mobilizadas, e identificamos relações entre os níveis de ACT de estudantes e as características das QSC mobilizadas. Desenvolvemos a pesquisa em uma escola pública estadual localizada no município pernambucano de Olinda, Região Metropolitana do Recife, com a participação, em média, de trinta estudantes de uma turma da 2ª série do Ensino Médio, com faixa etária entre 14 e 19 anos, e seguimos pressupostos teórico-metodológicos da pesquisa do tipo intervenção pedagógica. Foram desenvolvidas as seguintes etapas metodológicas: planejamento e desenvolvimento da intervenção pedagógica; e análise dos dados. A partir das análises, destacamos como contribuições da intervenção pedagógica o desenvolvimento do nível de ACT prática; do nível, em parte, de ACT cívica; e a mobilização de algumas das características das QSC, tais como: aproximação de estudantes às situações reais; contextualização dos conteúdos; e discussão de aspectos diversos. Contudo, limitações da intervenção pedagógica foram identificadas, dentre as quais, destacamos o fato das questões norteadoras não terem contribuído, por exemplo, para a abordagem de aspectos relativos à NdCeT, o que pode ter refletido no fato de não termos identificado o desenvolvimento do nível de ACT cultural por esses estudantes.

Palavras-chave: alfabetização científica e tecnológica, questão sociocientífica, derrame de óleo no litoral, pesquisa intervenção pedagógica.

ABSTRACT

In this paper we aimed to analyze contributions and limitations of a pedagogical intervention, on the SSI Oil spill on the beaches of the Northeast, in the STL of students in Chemistry Teaching. From this perspective: we analyze STL levels of students; we evaluated the SSI's characteristics mobilized and identified relationships between the STL levels of students and the SSI's characteristics mobilized. We developed the research in a state public school located in the municipality of Olinda, Metropolitan Region of Recife, with the participation, on average, of thirty students of a class of the 2nd grade of high school, aged between 14 and 19 years, and we follow theoretical-methodological assumptions of the pedagogical intervention research type. The following methodological steps were developed: planning and development of pedagogical intervention; and data analysis. From the analyses, we highlight as contributions of pedagogical intervention the development of the level of practical STL; the level, in part, of civic STL; and the mobilization of some of the SSI's characteristics mobilized, such as: approaching students to real situations; contextualization of content; and discussion of different aspects. However, limitations of pedagogical intervention were identified, among which we highlight the fact that the guiding issues did not contribute, for example, to the approach of aspects related to NoSaT, which may have reflected in the fact that we did not identify the development of the level of cultural STL by these students.

Keywords: scientific and technological literacy, socio-scientific issue, oil on the coast, pedagogical intervention research.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Níveis de ACT, segundo Shen (1975) e Bocheco (2011)	27
Quadro 2	Questionário diagnóstico	38
Quadro 3	Caso “Óleo pesado que boia”	39
Quadro 4	Relações entre as categorias de ACT e as questões norteadoras	40
Quadro 5	Planejamento da intervenção pedagógica	40
Quadro 6	Respostas de estudantes à questão norteadora 1	49
Quadro 7	Respostas de estudantes à questão norteadora 2	51
Quadro 8	Respostas de estudantes à questão norteadora 3	52
Quadro 9	Respostas de estudantes à questão norteadora 4	53
Quadro 10	Respostas de estudantes à questão norteadora 5	54

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

AC – Alfabetização Científica

ACT – Alfabetização Científica e Tecnológica

AMOLED – Active-Matrix Organic Light-Emitting Diode

AT – Alfabetização Tecnológica

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CTS – Ciência-Tecnologia-Sociedade

CTSA – Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente

HD – High Definition

LCD – Liquid Cristal Display

LGBTTI+ – Lésbicas, Gays, Bissexuais, Travestis, Transsexuais, Intersexuais

NdCeT – Natureza da Ciência e da Tecnologia

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PEBD – Polietileno de Baixa Densidade

PET – Tereftalato de Polietileno

PNC – Plano Nacional de Contingência

PP – Polipropileno

PS – Poliestireno

QSC – Questões Sociocientíficas

TV – Televisor

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO 1. O ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	20
1.1 SIGNIFICADOS E DIMENSÕES DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA.....	22
CAPÍTULO 2. QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA À ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	29
CAPÍTULO 3. METODOLOGIA	35
3.1 METODOLOGIA DA INTERVENÇÃO.....	37
3.1.1 Planejamento da intervenção pedagógica.....	38
3.1.2 Desenvolvimento da intervenção pedagógica.....	41
3.2 MÉTODO DA AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA.....	45
3.2.1 Instrumento de coleta dos achados.....	45
3.2.2 Análise dos achados.....	46
CAPÍTULO 4. OS ACHADOS	49
4.1 ACHADOS RELATIVOS AOS EFEITOS DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA: ANÁLISE DOS NÍVEIS DE ACT DE ESTUDANTES.....	49
4.2 ACHADOS RELATIVOS À INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA PROPRIAMENTE DITA: AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS QSC MOBILIZADAS.....	59
4.3 ACHADOS REFERENTES À RELAÇÃO ENTRE OS EFEITOS DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA E A INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA PROPRIAMENTE DITA: RELAÇÕES ENTRE OS NÍVEIS DE ACT E AS CARACTERÍSTICAS DAS QSC.....	61
CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
REFERÊNCIAS	67

INTRODUÇÃO

Os adventos da ciência e da tecnologia são imensuráveis. Percebemos, por exemplo, durante a década de sessenta do século XX, a fabricação e comercialização dos primeiros anticoncepcionais¹; a descoberta da insulina, em 1921²; e outros momentos de consolidação da ciência e da tecnologia que transformaram o bem estar social (ou parte desse).

Destacamos outras contribuições da ciência e da tecnologia, por exemplo, a produção de materiais para limpeza e higienização, de vacinas para a cura de inúmeras doenças, de *smartphones*, impressoras multifuncionais, *notebooks*, conexão *Wi-Fi* etc.

Entretanto, esses adventos nos deixam algumas questões: como descartar esses produtos, sem prejudicar o meio ambiente? Como equilibrar a necessidade (e o consumo excessivo) de novos produtos tecnológicos, em meio ao sistema político e econômico capitalista que corrobora, por exemplo, com a obsolescência programada e o agronegócio?

São esses e outros questionamentos (e principalmente as suas respostas) que nos levam a refletir sobre as relações da sociedade com a ciência e a tecnologia. Ademais, destacamos a necessidade de participação de todas e todos nas decisões acerca das aplicações e implicações do desenvolvimento científico e tecnológico, visto que, precisamos conhecer e decidir sobre esse desenvolvimento e seus produtos, nos tempos presente e futuro. Neste contexto, podemos nos perguntar: como dar subsídios aos cidadãos para avaliarem e decidirem sobre questões sociais relativas à ciência e à tecnologia?

Para responder esse questionamento voltamos nosso olhar para o Ensino de Ciências, na perspectiva de um ensino que valorize estudantes a terem condições e raciocínios sobre as implicações da ciência e da tecnologia nas suas escolhas, para que possam atuar criticamente, além de interpretarem os discursos de especialistas e se posicionarem nas decisões que envolvem as ciências e as tecnologias (CONRADO; NUNES-NETO, 2018; RATCLIFFE; GRACE, 2003).

Neste sentido, entendemos que o Ensino em Ciências, neste trabalho destaque para o Ensino de Química, passa por transformações, ao tempo que considera a

¹ Disponível em: <<https://p.dw.com/p/3bwjS>>. Acesso em 23 de setembro de 2020.

² Disponível em: <<https://p.dw.com/p/3g0W>>. Acesso em 23 de setembro de 2020.

evolução cultural e a sobrevivência massiva da humanidade (CONRADO; NUNES-NETO, 2018; RATCLIFFE; GRACE, 2003; ZEIDLER; NICHOLS, 2009).

Neste cenário, à medida em que se constrói a história presenciamos, o desenvolvimento de novos conceitos científicos e novas tecnologias. Por essa razão, destacamos a necessidade de educar todas e todos em conhecimentos de ciências e de tecnologias com vistas à formação da nossa cultura cidadã.

Enfatizamos que discussões neste sentido podem ser encontradas em pesquisas de autores e/ou pesquisadores em Educação e Ensino de Ciências, além de Documentos Oficiais nacionais voltados à elaboração de currículos escolares (BRASIL, 1996; 2018; ACEVEDO et al., 2005; CACHAPUZ et al., 2005; CONRADO; NUNES-NETO, 2018; DÍAZ, J.; ALONSO; MAS, 2003; KOLSTO, 2001; RATCLIFFE; GRACE, 2003; SASSERON; CARVALHO, 2011; ZEIDLER et al., 2005; ZEIDLER; NICHOLS, 2009). Assim como esses autores e documentos, corroboramos por uma (re)formulação do atual ensino buscando, principalmente, a formação de cidadãos críticos e a compreensão da ciência e da tecnologia como atividade humana, ou seja, produzidas por seres humanos para os seres humanos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), por exemplo, aprovada no final de 2018, apresenta dez competências, das quais destacamos a primeira:

Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo [processo vitalício] e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva (BRASIL, 2018, p. 9).

Dessa forma, enfatizamos o Ensino de Ciências como instrumento para a formação cidadã e compromisso em valorizar a cultura de todas e todos, além de possibilitar a compreensão de conhecimentos científicos e tecnológicos, uma vez que se busca formar uma sociedade democrática e crítica sobre a ciência e a tecnologia, benéficas ou não, a todas e todos.

Nessa linha de pensamento, autores como Shen (1975), Chassot (2003), Conrado e Nunes-Neto (2018) e Zeidler, Herman e Sadler (2019), em seus diferentes contextos (históricos e sociais), destacam a necessidade de alfabetizar a população, em conhecimentos mínimos e essenciais de ciência e tecnologia, para a compreensão de dilemas de natureza sócio científica-tecnológica, como uma das condições da atuação cívica. Mais especificamente, destacamos a Alfabetização Científica e

Tecnológica (ACT)³ (DÍAZ, J.; ALONSO; MAS, 2003; CONRADO; NUNES-NETO, 2018; RATCLIFFE; GRACE, 2003).

Neste cenário, nesta pesquisa adotamos a ACT como a compreensão de:

Conceitos e processos próprios da ciência e da tecnologia (conhecimento de C e T), e ao mesmo tempo, de valores e premissas que a C e T empregam para produzir conhecimento no mundo atual, isto é, conhecimento acerca da C e T ou conhecimento sobre a natureza da ciência e tecnologia (ALONSO, 2010, p. 61, tradução nossa).

Adicionalmente, consideramos para a ACT diferentes níveis. Propomos os níveis para a ACT, a partir dos trabalhos de Shen (1975) para a AC e de Boheco (2011) para a AT. Neste sentido, os níveis da ACT são: a ACT prática - compreende e usa conhecimentos e linguagens científicos e tecnológicos na resolução de problemas do cotidiano; a ACT cívica - compreende aspectos sociais relativos à ciência e à tecnologia; e a ACT cultural - compreende questões sobre a natureza da ciência e da tecnologia.

Conrado e Nunes-Neto (2018) destacam a relevância em promover a ACT nas aulas de Química, com vistas, por exemplo, à compreensão crítica da Natureza da Ciência e Tecnologia e ao desenvolvimento de competências e habilidades concernentes ao senso crítico, sendo valorizados aspectos éticos, morais, sociais, históricos e culturais, intrínsecos aos conhecimentos químicos e tecnológicos, quando esses são orientados às demandas sociais, políticas e ambientais.

Nesta perspectiva, Conrado e Nunes-Neto (2018) sugerem o uso de Questões Sociocientíficas (QSC), uma vez que, as QSC são polêmicas, controversas, ou seja, envolvem opiniões diversas e contêm, nas suas essências, conhecimentos em ciências e tecnologias voltados aos mais diversos contextos sociais – políticos, econômicos, culturais, históricos, éticos, ambientais, morais e de valores –, sendo transcendentem à comunidade científica, pois não podem ser discutidas considerando apenas a visão técnica-científica, posto que exigem um posicionamento ético nas possíveis respostas aos questionamentos sociocientíficos.

Muitas temáticas atuais se constituem como QSC, como, por exemplo, aquelas associadas a doenças – como dengue e zika, doença de chagas –, mudanças climáticas, perda de biodiversidade, uso de agrotóxicos, transgênicos, energia

³ O termo Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) pode ser compreendido e articulado, ao processo de Alfabetização Científica discutido por Shen (1975) e Chassot (2003).

elétrica, exploração mineral, energia nuclear, tipos de próteses, *doping* genético, altos níveis de insegurança, desigualdade socioeconômicas e de acesso a direitos sociais (CONRADO; NUNES-NETO, 2018); energias alternativas, aquecimento global, poluição, armas nucleares e biológicas, produtos de beleza, experimentação em animais, clonagem e manipulação de genomas de seres vivos, desenvolvimento de vacinas e medicamentos (PÉREZ, 2012); uso de bromometano – um pesticida eficaz e amplamente utilizado –, vacinação contra sarampo, caxumba e rubéola (RATICLIFFE; GRACE, 2003).

Nesta perspectiva, para esta pesquisa, selecionamos uma QSC atual do cenário nacional que se refere ao acidente socioambiental que vem ocorrendo desde o dia 30 de agosto de 2019, relativo à presença de óleo bruto (petróleo) no litoral do Nordeste e em praias do Sudeste⁴. Este acidente é substancialmente controverso, pois envolve diferentes opiniões sobre a origem do óleo e sobre possíveis acusações, foi divulgado nos veículos de comunicação locais, nacionais e internacionais, além de envolver aspectos sociais, ambientais, políticos, econômicos e éticos que transcendem à ciência e à tecnologia.

Em diversos meios de comunicação, várias especulações sobre a origem do óleo foram apresentadas, como, por exemplo, afundamentos de navios, derramamento acidental ou proposital durante manobra ou trânsito de navios petroleiros, e descarte irregular do óleo⁵. Até fevereiro de 2020, 1.009 locais foram afetados pelo óleo em 131 municípios em 11 estados⁶. Entretanto, o que se sabe é que inúmeras famílias foram afetadas e que os órgãos competentes somente disponibilizaram EPI's e pessoal qualificado, para orientações e limpeza, quase dois meses após o surgimento das primeiras manchas do óleo. Ademais, o mesmo governo não acionou o Plano Nacional de Contingência (PNC)⁷ de combate a incidentes de poluição por óleo, que foi criado em 2013 com o objetivo de acionar e articular diferentes órgãos federais e estaduais na resposta a acidentes de poluição

⁴ Disponível em <<https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2020/03/01/seis-meses-depois-oleo-permanece-no-ne-e-cientistas-descartam-achar-causa.htm>>, acesso em 24 de setembro de 2020.

⁵ Disponível em <<https://g1.globo.com/natureza/desastre-ambiental-petroleo-praias/noticia/2020/01/24/manchas-de-oleo-chegam-a-mais-de-1-mil-pontos-do-litoral-nordestino-e-de-estados-do-sudeste.ghtml>>, acesso em 24 de setembro de 2020.

⁶ Disponível em <<https://www.brasildefato.com.br/2020/07/03/apos-dez-meses-investigacoes-ainda-nao-apontaram-responsavel-por-vazamento-de-oleo>>, acesso em 24 de setembro de 2020.

⁷ Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/decreto/d8127.htm>, acesso em 24 de setembro de 2020.

por óleo, retratando a inercia e descaso da atual gestão federal frente à questão socioambiental.

Em janeiro de 2020, foram publicadas, na revista científica *Science*, três cartas abertas, assinadas por 37 pesquisadoras/es do Brasil e do mundo, criticando a ineficiência e a omissão do governo federal frente aos problemas causados pelo derramamento de óleo que contaminou praias do Nordeste e do Sudeste, além de destacar os impactos ambientais a curto prazo, como a segurança alimentar local, e a longo prazo, como o ameaça ao banco de corais que permeiam a costa brasileira que pode gerar um desequilíbrio biogeoquímico nos leitos de rodolite⁸ (BRUM; CAMPOS-SILVA; OLIVEIRA, 2020).

Portanto, devido a relevância dessa QSC no contexto atual, ela foi escolhida para ser abordada nesta pesquisa, sendo intitulada Derrame de óleo nas praias do Nordeste. Adicionalmente, escolhemos essa QSC pois o acidente em tela aconteceu em praias próximas à realidade do autor desta monografia, sendo recorrente nas conversas em salas de aulas com professores e professoras e estudantes.

Ainda conforme Conrado e Nunes-Neto (2018), a abordagem de QSC envolve estudo de caso, questões norteadoras e objetivos de aprendizagens. O caso contribui na abordagem de aspectos envolvidos nas QSC, as questões norteadoras direcionam a abordagem das questões envolvidas ao caso (ou envolvidas na QSC) e devem ser articuladas aos objetivos de aprendizagem.

Deste modo, enfatizamos o uso das QSC no Ensino de Ciências, mais especificamente no Ensino de Química, com vistas à contribuir na formação de cidadãos críticos frente à problemas sociais que envolvem as atividades científica e tecnológica, ou seja, pode contribuir na ACT de estudantes.

Portanto, partimos do pressuposto de que a abordagem de QSC no Ensino de Química pode contribuir para a ACT de estudantes no Ensino de Química, conduzimos esta pesquisa a partir da seguinte questão: quais são as contribuições e limitações de uma intervenção pedagógica sobre a QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste, na ACT de estudantes no ensino de Química?

⁸ Os rodolitos são algas marinhas vermelhas bentônicas, coloridas, soltas, ramificadas, crustosas e que se assemelham a corais. Os leitos de rodolitos criam um habitat biogênico, essenciais à vida e sua manutenção, para diversas comunidades bentônicas. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/as-rochas-vivas-de-abrolhos/>>. Acesso em 21 de outubro de 2020.

Buscando respondê-la, delimitamos como objetivo geral desta pesquisa: analisar contribuições e limitações de uma intervenção pedagógica sobre a QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste na ACT de estudantes no ensino de Química.

A pesquisa que desenvolvemos foi do tipo intervenção. Segundo Castro e Damiani (2017, p. 88), o termo intervenção é usado para denominar pesquisas, na área pedagógica, baseadas “em mudanças introduzidas em processos educacionais, com base em um dado referencial teórico e com o propósito de melhorar tais processos, avaliados ao final”. Adicionalmente, este tipo de pesquisa tem como fundamentos preceitos histórico-culturais na perspectiva de Vigotski, e “se baseia na perspectiva metodológica defendida por Damiani et al. (2013), cujo objetivo é gerar conhecimento para a aplicação prática e/ou dirigidos à solução de problemas educacionais concretos específicos” (CATRO; DAMIANI, 2017, p. 88).

Tomando por base as ideais de Damiani (2012, p. 7), podemos dizer que: 1) esta pesquisa é aplicada; 2) partimos de uma intenção de mudança, no caso desta pesquisa, no Ensino de Química, “constituindo-se, então, em práticas a serem analisadas”; 3) trabalhamos com dados criados, em paralelo aos dados existentes que são simplesmente coletados; e 4) realizamos “uma avaliação rigorosa e sistemática dos efeitos de tais práticas, isto é, uma avaliação apoiada em métodos científicos, em contraposição às simples descrições dos efeitos de práticas que visam à mudança ou inovação”.

Esta autora destaca que na pesquisa do tipo intervenção, do ponto de vista metodológico, são considerados dois métodos, o interventivo e o investigativo. No método da intervenção, é descrita “a prática pedagógica implementada, de maneira detalhada, fundamentando-a teoricamente”, e no método de avaliação da intervenção, são especificados “os instrumentos de coleta e análise de dados utilizados para tal intervenção” (DAMIANI, 2012, p. 8).

Segundo Damiani et al. (2013), a avaliação da intervenção é constituída de duas dimensões, as quais são: os achados relativos aos efeitos da intervenção sobre seus participantes e os achados relativos à intervenção propriamente dita.

Neste sentido, considerando essas duas dimensões, delimitamos como objetivos específicos desta pesquisa:

- Analisar níveis de ACT de estudantes a partir de suas respostas às questões norteadoras;

- Avaliar a mobilização de características das QSC a partir da intervenção pedagógica;
- Identificar relações entre os níveis de ACT de estudantes e as características da QSC mobilizadas.

Para além desta introdução, organizamos este trabalho monográfico discutindo: no capítulo 1, o ensino de Química na perspectiva da alfabetização científica e tecnológica; no capítulo 2, questões sociocientíficas (QSC) como metodologia didática à alfabetização científica e tecnológica; no capítulo 3, as características da pesquisa e os encaminhamentos metodológicos; no capítulo 4, os achados da pesquisa; e, finalmente, algumas considerações sobre esta pesquisa.

CAPÍTULO 1. O ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

O Ensino de Ciências, em destaque o Ensino de Química, passa por grandes mudanças, visando acompanhar e moldar o desenvolvimento cultural de todas e todos (FOUREZ, 2003). Acreditamos que essa mudança se reflete, por exemplo, na necessidade em contribuir para a formação de pessoas críticas com conhecimentos de realidade para leitura de mundo, priorizando saberes para suas práticas cultural e histórica.

Uma das preocupações de pesquisadores da área de Ensino em Ciências é alfabetizar estudantes em níveis fundamentais de ciências, uma vez que é necessária a compreensão sobre ações da ciência e da tecnologia que estão presentes atualmente, com implicações que envolvem a participação da sociedade (DÍAZ, M., 2002). Nesta perspectiva, Maria Díaz (2002, p. 61, tradução nossa) destaca a necessidade em “orientar os conteúdos de ciências para obter uma educação cidadã”.

Quando avaliamos as propostas para desenvolver a educação em ciências, uma educação de valorização do ser humano, instruída à realidade de todas e todos, encontramos princípios que enaltecem a formação de uma sociedade plural e democrática, a partir do ensino contextualizado, problematizado e dialógico (AULER; DELIZOICOV, 2001; CONRADO; NUNES-NETO, 2018; CHASSOT, 2003).

E neste sentido, diversos autores (ACEVEDO et al., 2005; DÍAZ, A.; ALONSON; MAS, 2003; BOCHECO, 2011; RATCLIFFE; GRACE, 2003; SASSERON; CARVALHO, 2011) destacam a (re)construção do currículo em Educação em Ciências visando a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT).

A partir da década de noventa do século XX, intensificaram-se as discussões sobre mudanças no currículo em ciências, compreendendo ACT como componente estruturante da educação básica, além de ser integrante nas interações (inter)personais, sociopolíticas e culturais articuladas às questões sócio tecnocientíficas (DÍAZ, A.; ALONSO; MAS, 2003).

A ACT busca questionar, por exemplo, concepções equivocadas erguidas ao longo da história sobre a natureza da ciência, dado que é considera-se necessário discutir o papel da ciência e da tecnologia no contexto social, histórico e cultural (DÍAZ, A.; ALONSO; MAS, 2003).

Acevedo et al. (2005) destacam que a implementação do ensino de Filosofia e Sociologia no Ensino de Ciências, para a ACT, pode “ajudar as alunas e os alunos a entenderem melhor como a ciência e tecnologia contemporâneas funcionam” (ACEVEDO et al., 2005, p. 124, tradução nossa). Isto é, o ensinar ciências para a atuação cidadã, com vistas à formação de seres críticos, responsáveis e comprometidos com o mundo que vivem. Portanto, a discussão de questões e problemas sociais abordando nuances filosóficos, científicos e tecnológicos no ensino científico e tecnológico pode contribuir para a ACT (ACEVEDO et al., 2005).

Entretanto, muito se discute sobre ACT no Ensino em Ciências para fins de uma sociedade democrática e plural, mas nos perguntamos o que é a ACT, afinal?

Para Lorenzetti e Delizoicov (2001) e Chassot (2003) os quais foram corroborados por Sasseron e Carvalho (2011) e por Bochecho (2011), o processo de ACT deve ser contínuo. Concordamos com esses autores, pois a ACT deve estar presente em todas as etapas da Educação Básica (séries iniciais e finais) e nas universidades, nos cursos de graduação e pós-graduação.

Chassot (2003) defende que a ciência “é uma linguagem construída pelos homens e pelas mulheres para explicar o nosso mundo natural” (p. 91), e neste sentido, reafirmamos a necessidade em alfabetizar a sociedade em conhecimentos básicos de ciências (e tecnologia) para que possam interpretar os mais diversos fenômenos que ocorrem na natureza destacando que esses fenômenos devem estar relacionados ao dia a dia de estudantes.

Segundo Teixeira (2013), ser alfabetizado cientificamente é compreender os textos científicos e saber interpretar aspectos não verbais como gráficos, diagramas, expressões matemáticas, além de saber distinguir opiniões de interpretações de fatos. Esta autora, destaca a atenção que o público-alvo deve ter em avaliar e interpretar textos científicos, tendo em vista que ele precisa conhecer os assuntos científicos e tecnológicos que o texto aborda, além de ter a capacidade de desenvolver e organizar pensamentos com autonomia (TEIXEIRA, 2013).

Neste contexto, muitas são as definições para a ACT, visto que ACT é cercada de polissemias que expressam diversas dimensões e objetivos, assim apresentamos, no tópico a seguir, uma breve revisão histórica sobre os significados e dimensões da ACT.

1.1 SIGNIFICADOS E DIMENSÕES DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

A ACT passou (e passa) por modificações de seus significados, uma vez que relaciona a Educação em Ciências ao contexto sócio-histórico da sociedade. O termo original em inglês *Scientific Literacy* surgiu na década de cinquenta do século XX no livro “*Scientific Literacy: Its Meaning for American Schools*” em 1958, do professor e pesquisador estadunidense Paul De Hart Hurd (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Segundo Sasseron e Carvalho (2011), a expressão *Scientific Literacy* recebeu três traduções para o português, são elas: letramento científico, enculturação científica, e alfabetização científica.

Cada tradução é justificada por diferentes grupos de autores/pesquisadores, e neste sentido, o grupo que usa a tradução letramento científico toma por base a epistemologia linguística da língua portuguesa, ou seja, processo de ensinar ou aprender a ler e escrever; o grupo que usa a tradução enculturação científica considera a bagagem cultural, religiosa e histórica de uma sociedade, bem como documentos da UNESCO, onde o termo *literacy* é traduzido pela palavra cultura; e ainda há o grupo que usa a tradução alfabetização científica (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Segundo Carvalho (2007, p. 46) para a enculturação científica ser promovida em sala de aula é preciso que a/o estudante tenha contato e se familiarize “com todas as diferentes linguagens empregadas nos processos de construção de significados científicos”, e que as/os professoras/es dominarem habilidades de linguagem e discussão para transformar a linguagem cotidiana das/os estudantes em linguagem científica.

Neste contexto, para Paulo Freire (2013) ser alfabetizado é aprender a escrever sua vida, como autor e como testemunha de sua história, ou seja, o processo de alfabetização está na sua construção histórica, na sua construção cultural, é a sua autobiografia.

Os autores Lorenzetti e Delizoicov (2001) destacam a importância do termo alfabetização e não letramento científico, pois consideram que a alfabetização é um processo contínuo, vitalício, onde o sujeito é alfabetizado cientificamente ao que tange a ciência e a tecnologia, deixando de reproduzir teorias científicas sem aplicabilidade e significado.

A partir das considerações de diversos autores nacionais (FREIRE, 2013; LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; CHASSOT, 2003; SASSERON; CARVALHO, 2011; AULER; DELIZOICOV, 2001; BOCHECO, 2011; MILARÉ; RICHETTI; PINHO ALVES, 2009) e autores internacionais (DÍAZ, A.; MAS; ALONSO, 2005; ACEVEDO et al., 2005; KOLSTO, 2001; PENICK, 1998; SHEN, 1975), adotamos a tradução alfabetização científica.

Adicionalmente, Auler e Delizoicov (2001) apresentam a Alfabetização Científica (AC) sob duas perspectivas, a reducionista e a ampliada. A primeira, reducionista, valoriza a construção do conhecimento científico-tecnológico com neutralidade. Segundo os autores, esta perspectiva é decorrente dos mitos de superioridade, salvação e determinismo da ciência e tecnologia que permeiam na sociedade. A segunda, a ampliada, busca compreender as interações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade (CTS), abordando “o ensino de conceitos associados ao desvelamento de mitos vinculados à ciência e tecnologia” (AULER; DELIZOICOV, 2001, p.131).

Milaré, Richetti e Pinho Alves (2009) compreendem a AC como “um movimento que considera a necessidade de todos possuírem um mínimo de conhecimentos científicos para exercerem seus direitos na sociedade moderna” (p 165). Corroboramos com esses autores, uma vez que destacam a grande dificuldade na escolha de quais assuntos e, principalmente, como abordá-los, na perspectiva da AC, e apontam a inclusão de temas sociais nas aulas de Química, sendo esses temas abordados por aspectos diversos como política, economia, meio ambiente, pois fazem parte da realidade de estudantes.

Bocheco (2011) destaca que a AC deve estar de acordo com o contexto histórico, filosófico e ideológico da época em que se desenvolve. Tomando por base as ideias de DeBoer (2000), Bocheco (2011, p. 75) coloca que para alcançar a AC é necessária a “compreensão vasta e funcional da ciência para propósitos de educação geral [atuação cidadã] e, não, para a preparação de carreiras especificamente científicas e técnicas”.

Para Acevedo Díaz, Mas e Alonso (2005), a AC envolve questões culturais, sociais e ideologias, sendo “praticamente impossível estabelecer um modelo universal sobre sua concessão” (p. 9, tradução nossa). Por outro lado, estes autores afirmam que os propósitos da AC são valorizados considerando que pessoas alfabetizadas

estão mais preparadas a tomar decisões complexas, mas entendem que a tomada de decisão pode ser distinta para cada sujeito.

A AC para Acevedo et al. (2005) volta-se à compreensão da educação científica e suas tecnologias, sob a óptica da formação cívica, na tomada de decisões que envolvem questões científicas e tecnológicas.

Segundo Kolsto (2001), a AC “é a compreensão de dilemas de natureza científica e tecnológica voltada à atuação cidadã” (p. 291, tradução nossa). Conforme este autor, na educação em ciências, a partir da perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade, a ênfase nas interconexões entre ciência e sociedade implicou um enfoque nas questões sociais relacionadas à ciência. Dessa forma, Kolsto (2001) defende que para capacitar estudantes como cidadãos, são necessários enfatizar a ciência como uma instituição e os processos pelos quais o conhecimento científico é produzido.

A AC, segundo Penick (1998), é a habilidade em ler e discutir sobre ciência de uma forma não técnica, ou seja, valorizando a produção da ciência no contexto social e histórico em que essa está inserida. Para Shen (1975) a AC é uma visão crítica sobre as ações da ciência e da tecnologia na sociedade.

De acordo com Rosa e Martins (2007), na Língua Portuguesa, a palavra alfabetização remete a ideia de processo, de inserção na cultura científica, e este processo de inserção demonstra a amplitude do conceito de AC, que vai desde a capacidade de reconhecer fórmulas e dar definições corretas até o entendimento dos conceitos e compressão sobre a natureza da ciência e suas dimensões.

Portanto, quando consideramos os vários significados da AC, percebemos que esses permeiam entre diferentes autores e autoras e dependem do contexto histórico e cultural de uma sociedade na qual as relações com a ciência e tecnologia se estabelecem.

Neste cenário, vale destacar que nesta pesquisa adotamos a ACT como a compreensão de:

Conceitos e processos próprios da ciência e da tecnologia (conhecimento de C e T), e ao mesmo tempo, de valores e premissas que a C e T empregam para produzir conhecimento no mundo atual, isto é, conhecimento acerca da C e T ou conhecimento sobre a natureza da ciência e tecnologia (ALONSO, 2010, p. 61, tradução nossa).

Shen (1975) propôs três níveis da AC a partir de critérios como objetivos e público-alvo, por exemplo, mas destaca que estes níveis ocorrem em conjunto. No primeiro nível este autor denominou de AC prática relacionando-a à apropriação e uso de conhecimento científico na resolução de problemas práticos do cotidiano. Um exemplo simples que podemos citar refere-se ao sujeito saber diferenciar gordura *cis* de gordura *trans* ou entender como os sabões e detergentes agem na limpeza das mãos.

Ao segundo nível, Shen (1975) denominou de AC cívica, na perspectiva de uma formação política, a partir do pensamento crítico e da tomada de decisão frente às aplicações e implicações da ciência na sociedade. Um exemplo desse nível de AC é o indivíduo entender que os produtos de limpeza têm sua funcionalidade, mas geram resíduos que podem ser contaminantes e interferir negativamente no ecossistema marinho, caso esse resíduo não seja tratado.

Este nível, conforme Shen (1975), torna o cidadão mais consciente das questões científicas, donde “[...] ele [o cidadão] e seus representantes possam aplicar seu bom senso e, dessa forma, participar mais plenamente nos processos democráticos de uma sociedade cada vez mais tecnológica.” (p.266, tradução nossa).

O terceiro nível proposto por Shen (1975) é o AC cultural, compreendida como o conhecimento sobre Natureza da Ciência como atividade humana. Neste nível de ACT o indivíduo tem condições de entender a interferência da ciência no desenvolvimento humano. Desta forma, o nível da AC cultural pode contribuir para desmistificar superstições e crenças acerca da ciência que permeiam a sociedade (SHEN, 1975). Para Shen (1975) a alfabetização científica cultural é o entendimento da ciência como grande conquista humana.

Outras dimensões acerca da AC podem ser identificadas. Bybee (1995 *apud* LORENZETTI, 2000), por exemplo, propõe três dimensões da AC, as quais são: funcional; conceitual e procedimental; e multidimensional. Em síntese, a dimensão funcional refere-se ao desenvolvimento de conceitos, ou seja, objetiva a compreensão e valorização de um vocabulário técnico e acerca da ciência e da tecnologia. A segunda dimensão, conceitual e processual, circunda sobre a perspectiva de “compreensões relativas aos procedimentos e processos que fazem da ciência um dos caminhos para o conhecimento, ou seja, não se dicotomiza os processos e os produtos da ciência” (LORENZETTI, 2000, p. 53). Na terceira dimensão, a multidimensional, os “indivíduos são capazes de adquirir e explicar os conceitos, além

de aplicá-los na solução de problemas do dia-a-dia” (LORENZETTI, 2000, p. 54). Entretanto, nesta pesquisa adotamos as categorias propostas por Shen (1975).

Acevedo Díaz (1996) destacou a importância da tecnologia na educação e o como o conhecimento tecnológico estava moldando o comportamento da sociedade. Adicionalmente, Acevedo Díaz, Alonso e Mas (2003) evidenciam que a tecnologia foi adicionada ao processo de AC afirmando que “[...] a dimensão tecnológica é agora explicitamente adicionada à noção de alfabetização científica e se estende a todas as pessoas” (p. 31) (tradução nossa).

Por sua vez, Bocheco (2011) separou os conteúdos de ciências dos conteúdos da tecnologia, e propôs o que ele denominou de Alfabetização Tecnológica (AT), justificando que educação tecnológica, presentes em documentos oficiais, devem (re)ascender a Tecnologia nas relações sociais e científicas. Entretanto, para este autor, ambos os conhecimentos (científicos e tecnológicos) precisam ser abordados, pois a AC e a AT são processos que ocorrem simultaneamente e, muitas vezes, é complicado desenvolver um independente do outro.

Bocheco (2011) segue uma linha de pensamento sobre a AT com aproximações à proposta de Shen (1975), classificando-a em AT em três dimensões, a prática, a cívica e a cultural.

A AT prática, segundo Bocheco (2011), é entendida como a compreensão de conhecimentos e linguagens tecnológicos básicos para uso e manuseio no cotidiano. Trazemos como exemplo, entender o significado das diversas linguagens tecnológicas utilizadas no dia a dia para telas de TV e celulares, como HD, 4K, LCD ou AMOLED. Neste sentido, compreender os conceitos científicos envolvidos e aprender a saber conectar cabos e manusear o controle não é suficiente, e sim compreender essas linguagens. Outras linguagens tecnológicas são os pictogramas que representam periculosidade, como os utilizados em transportes de produtos químicos. Adicionalmente, outras representações como as letras e imagens que podem ser identificadas em diversos tipos de embalagens como PET, PEAD, PVC, PEBD, PP, PS, utilizadas para acondicionar produtos de limpeza e cosméticos, por exemplo.

A AT cívica corresponde aos aspectos cultural e organizacional da tecnologia, ou seja, envolve a dimensão sócio-tecnológica, tais como: relações da tecnologia com a economia e a política; o papel de profissionais das atividades tecnológicas e manipulação de equipamentos, principalmente quando este tiver poder de escolha sobre as tecnologias no processo de produção; o papel responsável do cidadão como

consumidor da tecnologia; os valores, éticas, hábitos e crenças que permeiam o progresso da atividade tecnológica (BOCHECO, 2011).

Ressaltamos que o exemplo das tecnologias das telas de televisões apresentado na discussão da AT prática, pode ser ampliado para exemplificarmos a AT cívica. São tantos tipos de telas que nos perguntamos: qual o melhor tipo? Será que há diferenças significativas entre LCD e 4K? Ou são apenas armadilhas da economia de consumo capitalista? Telas “antigas” estão em desuso sendo substituídas por “novas” com diferença de 0,1 mm de diâmetro, então como está sendo feito esse descarte? Qual o impacto ambiental ao produzir uma tela de celular? Enfim, são inúmeros questionamentos que precisam ser considerados na perspectiva da AT cívica.

Quanto a AT cultural, ela se refere às concepções sobre o que é tecnologia, ou seja, sobre sua natureza, concebendo-a como uma construção humana que envolve etapas, procedimentos, objetivando o desenvolvimento de artefatos conforme planejado (BOCHECO, 2011).

Segundo Bocheco (2011, p. 123), a AT cultural contribui para esclarecer diferenças e semelhanças entre a ciência e a tecnologia, em que:

A primeira foca problemas cognitivos com objetivos interligados ao entendimento centrado em hipóteses ou experimentos, enquanto a segunda ocupa-se de problemas práticos cujo objetivo final é o fazer centrado em projetos e programas.

Ademais, a ciência e a tecnologia podem seguir caminhos distintos, como exemplificamos com o fato de as máquinas a vapor surgirem antes dos conceitos de termodinâmica (BOCHECO, 2011).

A partir das categorias propostas por Shen (1975) para a AC e por Bocheco (2011) para a AT, elaboramos uma síntese para as categorias desses autores e propomos três níveis para a ACT, os quais estão descritos no quadro 1:

Quadro 1 - Níveis de ACT a partir de Shen (1975) e de Bocheco (2011)

Categorias	Níveis de AC (SHEN, 1975)	Níveis de AT (BOCHECO, 2011)	Níveis de ACT
Prática	Compreende conhecimentos e linguagens científicos e usa na resolução de problemas do cotidiano.	Compreende conhecimentos e linguagens tecnológicos e	Compreende e usa conhecimentos e linguagens científicos e tecnológicos na

		usa na resolução de problemas do cotidiano.	resolução de problemas do cotidiano.
Cívica	Compreende criticamente a relação ciência-sociedade.	Compreende criticamente a relação tecnologia-sociedade.	Compreende aspectos sociais relativos à ciência e à tecnologia.
Cultural	Compreende questões relativas à natureza da ciência.	Compreende questões relativas à natureza da tecnologia.	Compreende questões sobre a natureza da ciência e da tecnologia.

Fonte: AUTOR (2020).

A partir dos diferentes níveis que propomos para a ACT, podemos dizer que, em conjunto, compreendem diferentes aspectos, como, por exemplo, científicos, tecnológicos, sociais etc.

Neste sentido, o pressuposto desta pesquisa é que o desenvolvimento destes níveis de ACT por estudantes, no Ensino de Ciências, e particularmente, no Ensino de Química, pode ser potencializado a partir da abordagem de Questões Sociocientíficas (QSC). Justificamos este pressuposto, considerando que, segundo Conrado e Nunes-Neto (2018, p.88), “as propostas de ensino baseadas em QSC, quando adotadas como uma estratégia ou um método de ensino, na educação científica, tendem a estar associadas as seguintes características”: estimular discussões interdisciplinares, éticas e ambientais; mobilizar conhecimentos científicos e conhecimentos sobre a natureza da ciência; e possibilitar tomada de decisão.

Portanto, são estas características das QSC que podem contribuir para a ACT de estudantes.

CAPÍTULO 2. QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA À ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

O surgimento das Questões Sociocientíficas (QSC) fora em um período que se buscava a modificação dos currículos de ciências (ACEVEDO et al., 2005; CONRADO; NUNES-NETO, 2018; RATCLIFFE; GRACE, 2003; ZEIDLER, 2009), bem como da formação de professores e professoras (DÍAZ, M., 2002; SASSERON; CARVALHO, 2011), uma vez que desenvolver as QSC em aulas exige certas condições para que seus objetivos pedagógicos sejam alcançados, como, por exemplo, abordar diferentes aspectos (culturais, éticos, políticos, econômicos etc) além dos científicos e tecnológicos.

As QSC, como afirmam Conrado e Nunes-Neto (2018), são metodologias que concretizam os pressupostos da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade/Ciência-Tecnologia-Sociedade/Ambiente (CTS/CTSA). Destacamos que as QSC podem ser decorrentes das orientações do movimento CTS/CTSA para a sala de aula. Entretanto, consideramos que a abordagem CTS/CTSA não enfatiza questões éticas contidas no processo de tomada de decisão frente à ciência e à tecnologia, dado que essa abordagem enfatiza seus impactos na sociedade. Zeidler et al. (2005) corroboram com esse último posicionamento, dado que para esses autores, a abordagem CTS/CTSA fica restrita apenas às relações CTS, não considerando aspectos éticos e morais de estudantes na tomada de decisão.

Concordamos com Zeidler et al. (2005) e destacamos que, de acordo com Silva e Santos (2014), no Ensino de Ciências, as QSC proporcionam a valorização pessoal, pois contribuem para elevar o pensamento, a autonomia, e a busca crítica de informações, além de desenvolver o raciocínio emocional de estudantes.

As QSC são dilemas sociais, de natureza controversa que envolvem ética, economia, política, história, meio ambiente, ideologias e valores etc, impactadas pelas inovações do desenvolvimento científico e tecnológico (SANTOS; MORTIMER, 2009).

Adicionalmente, as QSC consideram aspectos de relevância moral, ou seja, opiniões e pontos de vistas diversos, e trazem consigo discussões de diferentes grupos, sobre elas não há uma conclusão simples, pois, essas questões são externas à comunidade acadêmica (cientistas com suas batas brancas em laboratórios, dentro dos centros de pesquisas) (CONRADO; NUNES-NETO, 2018; RATCLIFFE; GRACE, 2003).

As QSC, além dos aspectos supramencionados, podem ser atuais – estar em constante divulgação nos veículos de comunicação, por exemplo, ou podem ser questões antigas, porém, ao serem resgatadas, demonstram necessidades em discussões de juízo sobre a sociedade, a ciência e a tecnologia (GENOVESE; GENOVESE; CARVALHO, 2019).

Neste contexto, apresentamos exemplos de QSC diversas, como: temas que abrangem o uso de energias alternativas, como radioatividade e biocombustíveis; a biotecnologia aplicada a modificações genéticas (alimentos transgênicos, clonagem, transfusão sanguínea); temas que buscam discutir caminhos para a conservação ambiental (descarte e reutilização de materiais eletrônicos, obsolescência programada); até mesmo desastres ambientais (usinas hidrelétricas, mineração e rompimento de barragens, derramamento de óleos em oceanos e acidentes nucleares); além de temas que envolvem culturas, crenças e têm forte impacto no comportamento social (aborto, doação de órgãos, legalização da *Cannabis* para fins medicinais e recreativo, uso de agrotóxicos, capitalismo e consumismo e transexualidade, identidade, gênero e LGBTTI+).

O uso de QSC no Ensino de Ciências pode estimular e proporcionar, por exemplo, a contextualização dos conteúdos científicos e tecnológicos; a aproximação de estudantes à situações reais; a distinção sobre fatos, argumentos e opiniões; as questões voltadas à linguagem (HODSON, 2018); além de favorecer a compreensão de fatores políticos, socioculturais, religiosos e econômicos quando relacionados às pesquisas e produtos científicos e tecnológicos (KOLSTO, 2001).

Complementarmente, as QSC emergem de conteúdos problematizados culturalmente, realçando o processo constante de reflexão sobre o papel social da ciência e tecnologia (SANTOS; MORTIMER, 2009). Ademais, uma QSC corrobora com a compreensão da Natureza da Ciência e da Tecnologia (NdCeT) (ACEVEDO et al., 2005; RATCLIFFE; GRACE, 2003; CONRADO; NUNES-NETO, 2018; KOSTO, 2001; ZEIDLER; NICHOLS, 2009).

Destacamos que a compreensão da Natureza da Ciência e da Tecnologia é pertinente ao conceito epistemológico da construção dos conhecimentos da ciência e da tecnologia, defendida por Acevedo et al. (2005) quando reflete, por exemplo, no desenvolvimento da ACT de cidadãos e cidadãs.

Neste cenário, para alcançar a ACT é necessário considerar os fatos históricos e filosóficos da ciência e da tecnologia, a construção dos conhecimentos científicos,

os procedimentos de validação destes conhecimentos, os valores da ciência e de cientistas, as implicações tecnológicas e sua participação no desenvolvimento da sociedade (KOLSTO, 2001; DÍAZ, M., 2002; ZEIDLER et al., 2005).

Por sua vez, entendemos que definir a NdCeT é complexo, pois não há um consenso sobre essa, uma vez que a ciência e o fazer ciência são definidos pelo meio que essa é destinada. Neste sentido, destacamos que a ciência não é universal, ou seja, não rege toda forma de pensar; o que existem são hipóteses, sustentadas por teorias e leis, além das concepções que são decorrentes da realidade de cientista, que, é humano e vive em uma sociedade com visões políticas, culturais, históricas etc.

Em outras palavras, ressaltamos que há multiplicidades de formas e compreensões de como a atividade científica é construída. Portanto, definir a ciência se torna complexo, tendo em vista que essa é construída por seres humanos que pertencem a tempos sócio-históricos distintos, que, no que lhe diz respeito, possuem concepções ideológicas e filosóficas distintas.

Neste sentido, é necessário criar condições para a concretização da compreensão da NdCeT, considerando, por exemplo, a História, Filosofia e Sociologia (HFS) na construção da ciência (MATTHEWS, 1995). Além de proporcionar ampla formação de professores, para construção de visões mais adequadas sobre a ciência e a tecnologia, desfazendo concepções ingênuas sobre a ciência (MATTHEWS, 1995; MOURA, 2014; PÉREZ et al., 2001).

Para Alonso (2010), a NdCeT envolve as relações CTS, a ciência e a tecnologia como tipos de conhecimentos, o desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico, e as relações dentro da comunidade científica.

Portanto, segundo Ratcliffe e Grace (2003), as QSC têm características tais como:

têm uma base na ciência, frequentemente nas fronteiras do conhecimento científico; **envolvem formação de opiniões, produção de escolhas no nível individual ou social**; lidam com informação incompleta, por causa de evidência científica conflitante/incompleta e relatórios inevitavelmente incompletos; contemplam dimensões locais, nacionais e globais, com estruturas políticas e sociais de entendimento; envolvem algumas análises de custo-benefício, nas quais **os riscos interagem com os valores**; podem envolver consideração de desenvolvimento sustentável; **envolvem valores e raciocínio ético**; e são frequentemente transitórias (RATCLIFFE; GRACE, 2003, p. 2, tradução nossa, grifo nosso).

Portanto, destacamos que as características destacadas por estes autores corroboram com a tendência da Educação em Ciências para a formação cidadã, por meio de aulas que proporcionam formação de opiniões e escolhas individuais que refletem no coletivo, bem como entender que essas escolhas possuem riscos.

À luz do que discutimos, a (re)significação social do Ensino de Ciências, a partir das QSC como estratégia didática, traz à tona o objetivo central da educação científica: a perspectiva humanizada. Neste cenário, Santos, Silva e Silva (2018) destacam a pedagogia de Paulo Freire, considerando que uma educação problematizada proporciona reflexão sobre a realidade de contradições básicas da existência humana, possibilitando aos estudantes uma (auto)avaliação crítica diante de suas atuações frente ao mundo técnico-científico. Isso, aos nossos olhos, se concretiza como a ACT.

Sobre o debate da inclusão das QSC no currículo de ciências, concordamos com Santos et al. (2011) ao destacarem que essa envolve discurso, conflito, acordo, argumentação, negociação, compromisso e decisão. Neste sentido, destacamos que uma das vertentes que as QSC carregam não é encontrar uma verdade moral ou científica, mas sim, instigar estudantes a se colocarem em situações reais, por exemplo, consultas e debates públicos, que necessitam analisar as informações, ouvir as opiniões diversas, assim como construir argumentos próprios.

A valorização da discussão de raciocínio ético em aulas de ciências deve ser presente, uma vez que a ciência é fruto das relações humanas – com ideologias e interesses – e o Ensino e as Didáticas de Ciências, especificamente de Química, também devem ser (SILVA; SANTOS, 2014).

Outrossim, ressaltamos que as QSC transcendem as questões relativas à ciência e à tecnologia, pois abordam desde aspectos mais íntimos como questões éticas e morais – que são úteis às suas escolhas diárias – até aspectos mais amplos como política, economia, história, filosofia e ideologias, culturas, os quais estão no íntimo das escolhas sejam pessoais, sejam coletivas.

Destacamos que mesmo nas escolhas pessoais, há intervenção no coletivo. Isso porque, embora sejam decisões individuais, essas refletem na atuação democrática e são influenciadas pela atuação democrática (CONRADO; NUNES-NETO, 2018; RATCLIFFE; GRACE, 2003).

Orientar os currículos para uma educação com viés em valores éticos e plurais, ou seja, (re)formular os currículos em ciências em todos os níveis, considerando que

esses estudantes, que fazem essa sociedade, precisam desenvolver pensamento crítico e saber escolher quais os conhecimentos científicos e tecnológicos são/serão desenvolvidos e quais têm/terão contado direto em suas vidas e nas gerações futuras, é um caminho (CACHAPUZ; GIL-PÉREZ; CARALHO, 2005; CONRADO; NUNES-NETO, 2018; SASSERON; CARVALHO, 2011).

Segundo Conrado e Nunes-Neto (2018) a abordagem de QSC envolve estudo de caso e estórias, questões norteadoras e objetivos de aprendizagens. Para esses autores, o caso possibilita a exploração de aspectos transdisciplinares das QSC, bem como a discussão da NdCeT como um dos caminhos para abordar a QSC estudada.

Destacamos que podem existir múltiplas respostas e soluções a uma QSC, tornando-a um tema complexo e polêmico. Portanto, a abordagem de uma QSC em sala de aula deve valorizar as múltiplas respostas de estudantes, considerando os diversos aspectos envolvidos, não apenas os aspectos científicos.

Adicionalmente, para Sá, Francisco e Queiroz (2007), o uso de casos no Ensino de Ciências, corrobora o processo de autonomia de estudantes, pois estarão diante de problemas e precisarão tomar decisão sobre estes problemas. Estas autoras destacam que o estudo de caso pode desenvolver “[...] habilidades de pensamento crítico de ordem superior dos estudantes” (SÁ; FRANCISCO; QUEIROZ, 2007, p. 732). Dessa forma, o uso de casos pode auxiliar nas discussões sobre QSC contribuindo para o exercício de tomada de decisão pelos estudantes.

Essas autores propõem algumas características para a elaboração do caso e, posterior concretização dos objetivos de ensino e aprendizagem pré-estabelecidos, a saber: a) narrar uma história e estória; b) despertar interesse; c) ser atual; d) proporcionar empatia com as personagens; e) ter utilidade pedagógica; e f) provocar conflitos e discussões. Essas características fazem com que o caso seja desenvolvido de forma prazerosa, além de lançar mão de debates que impulsionam senso crítico e tomada de decisão sobre o tema abordado.

Além disso, Conrado e Nunes-Neto (2018) propõem as questões norteadoras, as quais são consideradas como orientações para que estudantes desenvolvam posicionamento crítico sobre os principais problemas relativos ao caso (ou envolvidos na QSC) e que sejam relativas aos objetivos de aprendizagem.

A partir das questões norteadoras, estudantes podem: perceber diferentes complexidades e múltiplas perspectivas; desenvolver argumentos sobre o caso e a QSC; compreender teorias e conceitos científicos e investigar técnicas e tecnologias

relacionadas à QSC; entender consequências e influências relativas à QSC na sociedade; emitir juízos sobre atores sociais e sobre consequências socioambientais relativas às diferentes decisões desses atores sociais (CONRADO; NUNES-NETO, 2018; RATCLIFFE; GRACE, 2003).

Quanto aos objetivos de aprendizagem, na perspectiva da alfabetização científica e tecnológica, Conrado e Nunes-Neto (2018) sugerem a possibilidade de: I) compreensão crítica sobre as relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente, pois exploram diversas visões sobre o conteúdo científico; II) habilidades de busca, seleção, análise, discussão e avaliação de informações sobre a QSC, envolvendo o estudante em um processo investigativo de desenvolvimento de habilidades argumentativas; III) capacidade de raciocínio moral para avaliar, julgar e se posicionar sobre a situação, a partir da explicitação de valores e diferentes cursos de ação envolvidos; IV) maior envolvimento e senso de responsabilidade da população sobre o desenvolvimento científico e tecnológico e seus impactos sociais; e V) oportunidades para que realizem ações sociopolíticas e iniciativas de ativismo, o que pode conduzir a transformações de suas identidades enquanto pessoas.

Portanto, as propostas de ensino fundamentadas em QSC devem valorizar as bagagens de saberes prévios e valores socioculturais que envolvem o sujeito, para a formação de cidadãos mais autônomos e participativos (HODSON 2004 apud CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

O propósito das QSC é orientar estudantes a avaliarem, por exemplo, quais os valores sociais, políticos, econômicos, éticos e morais guiam o desenvolvimento social, e “perguntar o que pode e deve ser alterado, a fim de alcançar democracias socialmente mais justas e assegurar estilos de vida ambientalmente mais sustentáveis” (HODSON, 2018, p. 34).

Neste contexto, consideramos nesta pesquisa, que uma intervenção pedagógica a partir da abordagem de QSC tem potencial para a promoção da ACT e, ao mesmo tempo, do exercício da cidadania e de uma educação científica crítica.

CAPÍTULO 3. METODOLOGIA

Visando potencializar os métodos educacionais de ensino e aprendizagem, caracterizamos esta pesquisa como do tipo intervenção, pois envolve o planejamento e a aplicação de interferências no processo de ensino e aprendizagem, vislumbrando mudanças, avanços e melhorias na aprendizagem de quem delas participam, bem como, a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências (DAMIANI et al., 2013).

Esse tipo de pesquisa, de início, pode parecer diferente aos leitores, uma vez que utiliza um termo com significado historicamente perturbado: intervenção. A palavra intervenção, segundo Freitas (2009), remete a um contexto de padrões marcados pela perseguição, opressão e falta de liberdade, o que, possivelmente, reflete ao período da ditadura militar brasileira (1964-1985)⁹. Por outro lado, Damiani et al. (2013) consultaram pesquisadores que afirmam os vários significados da palavra intervenção a depender dos diversos contextos e épocas, como na psicologia, medicina e administração.

O termo intervenção tem seu significado epistemológico, dado que, de origem do latim a palavra *intervention*, significa abono, fiança, garantia (DAMIANI et al., 2013). Por exemplo, ao executarmos atividades de ensino, em sala de aula, estamos intervindo de maneira a buscar condições de garantia à compreensão do que é abordado como, por exemplo, os conteúdos químicos.

Para Castro e Damiani (2017, p. 88):

A pesquisa do tipo intervenção pedagógica está fundamentada a preceitos histórico-culturais e se baseia na perspectiva metodológica defendida por Damiani et al (2014), cujo objetivo é gerar conhecimento para a aplicação prática e/ou dirigidos à solução de problemas educacionais concretos específicos.

Adicionalmente, segundo Damiani et al. (2013) as pesquisas do tipo intervenção pedagógica são práticas, ou seja, vão além da ampliação dos conhecimentos, pois buscam construir soluções aos problemas práticos e, em alguns casos, apresentam mudanças e novas abordagens de ensino e aprendizagem.

Assim como outras pesquisas, as do tipo intervenção pedagógica têm relatos, ou seja, descrições e etapas a serem contempladas e seguidas. O relatório de uma

⁹ Disponível em <<https://www.politize.com.br/ditadura-militar-no-brasil/>>, acesso em 19 de agosto de 2020.

pesquisa de intervenção pedagógica, segundo Damiani et al. (2013), deve contemplar dois componentes metodológicos: o componente interventivo; e o componente investigativo.

O componente interventivo, isto é, a intervenção propriamente dita, “demanda planejamento e criatividade, por parte do pesquisador, bem como diálogo com a teoria – que o auxilia na compreensão da realidade e na implementação da intervenção”, e o componente investigativo ou “o método de avaliação da intervenção, [...] permite ao leitor ter clareza de que as intervenções são, efetivamente, investigações” (DAMIANI et al., 2013, p. 60).

Portanto,

O método das pesquisas do tipo intervenção pedagógica envolve planejamento e implementação de uma interferência e a avaliação de seus efeitos. [...] nos relatórios desse tipo de pesquisa, na parte dedicada a apresentar o método, devem ser identificados e separados esses dois componentes principais: o método da intervenção (método de ensino) e o método da avaliação da intervenção (método de pesquisa propriamente dito) (DAMIANI et al., 2013, p. 62).

De acordo com Damiani et al. (2013), no método de intervenção deve ser descrito todo o planejamento e aplicação da intervenção, conversando com a teoria que fundamenta a pesquisa, o que corresponde à compreensão da realidade e à implementação da intervenção, e no método de avaliação da intervenção, são descritos todos os recursos metodológicos utilizados para coleta e análise dos dados com vistas à avaliação da intervenção pedagógica. Dessa forma, estes autores deixam claro, ao leitor, que neste tipo de pesquisa as investigações são, efetivamente, investigações.

Damiani et al. (2013) esclarecem que a avaliação da ação interventiva é composta por dois elementos: os achados relativos aos efeitos da intervenção sobre seus participantes e os achados relativos à intervenção propriamente dita.

Os achados relativos aos efeitos da intervenção sobre seus participantes correspondem às “mudanças observadas nos sujeitos participantes” (DAMIANI et al., 2013, p. 63), sendo as ações observadas avaliadas de acordo com o referencial teórico da pesquisa.

As ideias apresentadas pelos participantes na aplicação da intervenção pedagógica devem, conforme Damiani et al. (2013, p. 63), ser apresentadas “por meio

de descrições densas e interpretações detalhadas, incluindo exemplos reiterados do *corpus* de dados empíricos”.

Os achados relativos à intervenção propriamente dita consideram os objetivos da intervenção, ou seja, são avaliados à luz de seus propósitos pré-definidos, discutindo os pontos fortes e fracos da intervenção, a partir da avaliação. Caso se aplique, recomenda-se julgar as modificações que foram realizadas durante o percurso da intervenção, refletindo todo caminho interventivo (DAMIANI et al., 2013).

Na figura 1 ilustramos os métodos da pesquisa do tipo Intervenção pedagógica:

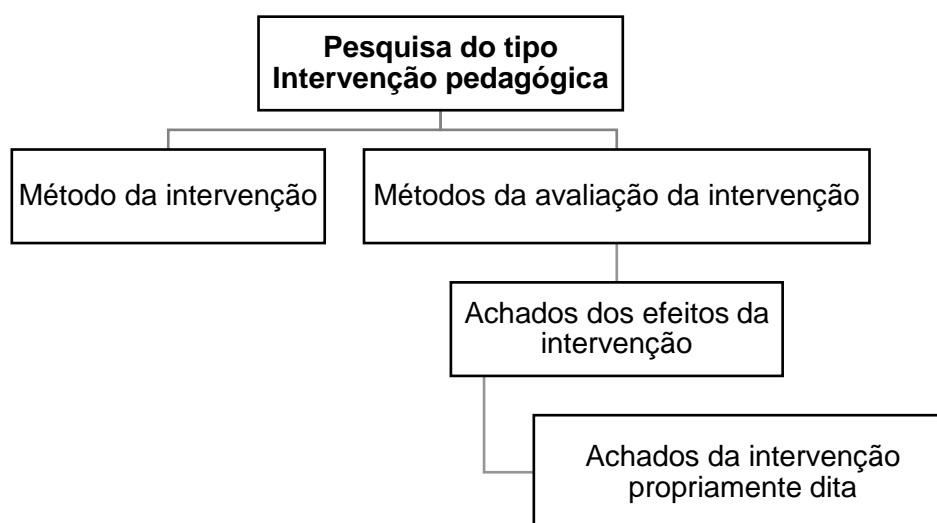


Figura 1: Fluxograma da metodologia do tipo intervenção pedagógica
Fonte: AUTOR (2020).

Ainda segundo Damiani et al. (2013), é importante destacar que neste tipo de pesquisa, o professor assume dois papéis: o de professor e o de pesquisador. A atuação do professor se destaca no momento do planejamento e da aplicação da intervenção (agente da intervenção), e a atuação do pesquisador se desenvolve no momento da avaliação da intervenção (agente da investigação). Portanto, o autor desta monografia, assumiu nesta pesquisa, os papéis de professor e de pesquisador.

3.1 MÉTODO DA INTERVENÇÃO

Sobre o método da intervenção descrevemos o planejamento e a aplicação da intervenção pedagógica.

3.1.1 Planejamento da intervenção pedagógica

O planejamento da intervenção pedagógica foi constituído de três momentos considerando os seguintes objetivos: 1) identificar concepções prévias de estudantes sobre os conteúdos de solução e mistura; 2) diferenciar soluções e misturas; 3) identificar sistemas homogêneos e heterogêneos; e 4) identificar os componentes de uma solução (1º momento); 5) diferenciar concentração em massa de densidade; relacionar aspectos tecnológicos, políticos, econômicos, sociais, éticos e ambientais referentes à QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste, elaborada pelo autor, aos conteúdos científicos abordados (2º momento); 6) e relacionar aspectos tecnológicos, políticos, econômicos, sociais, éticos e ambientais referentes à QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste aos conteúdos científicos abordados (3º momento).

Os conteúdos abordados foram: Soluções e Misturas; Sistemas homogêneo e heterogêneo (1º momento); Densidade e Concentração em massa (2º momento); Densidade, Concentração em massa, e Petróleo (3º momento).

As atividades desenvolvidas nos respectivos momentos foram: aplicação do questionário diagnóstico (1º momento); aula expositiva dialogada (1º, 2º e 3º momentos); atividade experimental demonstrativa (1º momento); leitura de um caso; e resolução das questões norteadoras (2º e 3º momentos).

Elaboramos o questionário diagnóstico que contou com seis questões discursivas sobre os conteúdos de soluções químicas e misturas. O objetivo deste questionário foi identificar concepções prévias de estudantes sobre os conteúdos de solução e mistura. As questões desta diagnose estão apresentadas no quadro 2:

Quadro 2 - Questionário diagnóstico

1	Qual a diferença entre soluções e misturas? Cite exemplos.
2	Do que é formado uma solução?
3	Uma pedra pode ser considerada uma solução? Explique.
4	O gás dentro de um balão de festa (tipo bexiga) é uma solução? Por quê?
5	Examine os dois processos a seguir: a) Dissolva álcool em água. A mistura apresenta quantas fases? Faça uma ilustração. b) Dissolva areia em água. A mistura apresenta quantas fases? Faça uma ilustração.
6	Qual a diferença entre a mistura "a" e a mistura "b", da questão acima?

Fonte: AUTOR (2020).

O caso, segundo Sá, Francisco e Queiroz (2007), narra uma história que não apresenta um fim concreto e busca despertar o interesse do leitor pela narrativa, que envolve um drama com as personagens envolvidas. Portanto, considerando as ideias

destes autores, elaboramos o caso intitulado “Óleo pesado que boia” descrito no quadro 3:

Quadro 3 - Caso “Óleo pesado que boia”

Desde o final de agosto de 2019 estão surgindo manchas enormes de óleo no litoral do nordeste. Esse óleo preocupa não apenas os ambientalistas, mas toda a sociedade, uma vez que essa mancha é constituída por petróleo. Não se sabe o motivo do surgimento desse óleo, mas o que se sabe é que está causando poluição e muita preocupação com a sociedade que depende da pesca e outros recursos marinhos.

Camila, aluna do 2º ano do ensino médio, estava assistindo uma reportagem e percebeu que esse óleo é **muito pesado, não afunda e não se mistura com a água**.

Na aula de química, o professor Xavier, estava explicando sobre as soluções químicas e as misturas heterogênea. O professor fez um experimento simples: misturou óleo de soja com água mineral e perguntou se essas duas substâncias iriam formar uma solução ou uma mistura heterogênea. Todos confirmaram que seria uma mistura heterogênea e de fato foi o que aconteceu: formou-se um sistema com duas fases, onde o óleo estava por cima da água.

Após essa demonstração, Camila imediatamente lembrou da mancha de óleo e perguntou ao professor: “professor, por que o petróleo que está aparecendo nas praias de Pernambuco não se mistura com a água e por que é tão pesado, mas não afunda?”.

--esse petróleo é uma mistura complexa formado por matérias orgânicas (hidrocarbonetos) que não são solúveis em água, seja ela doce ou salgada. Mas para que esse petróleo seja “dissolvido”, é necessário fracioná-lo, ou seja, dividi-lo em partes menores (de acordo com a sua densidade e temperatura de ebulição). Então, substâncias menores podem ser dissolvidas em solventes orgânico. Na química há uma lei que afirma o seguinte: “semelhante dissolve semelhante” e isso está relacionado com a polaridade que cada substância apresenta, ou seja, está relacionado com as ligações químicas.

Os alunos se entreolharam e ficaram em silêncio por um tempo...

-e por que o petróleo não afunda? – Perguntou Gabriel, colega de Camila.

-bem, isso está relacionado com a densidade da matéria, neste caso o óleo. – Respondeu o professor Xavier.

-como assim? – Indagou Camila!

-Então, não vou responder essa pergunta de forma direta. Eu quero que vocês pesquisem sobre desastres ambientais desse tipo, foquem no aspecto social, político, ambiental e tecnológico que esse assunto está entrelaçado. Depois deem uma lida na parte de concentração e densidade, no livro didático, que será tema da nossa próxima aula.

O sinal tocou e o outro professor já estava esperando para entrar na sala de aula.

-vamos discutir esse assunto na próxima aula. – Finalizou o professor Xavier.

Você faz parte da turma de Camila e deve solucionar esse problema: por que as manchas de óleo (petróleo) que aparecem no litoral de Pernambuco e outros estados do nordeste, são pesadas, mas boiam na água? Lembre-se de trazer questões sociais e ambientais sobre esse tema.

Fonte: AUTOR (2020).

Na elaboração das questões norteadoras consideramos os níveis de ACT de Shen (1975) e de Bocheco (2011), conforme ilustramos no quadro 4:

Quadro 4 - Relações entre os níveis de ACT e as questões norteadoras

Níveis de ACT	Questões Norteadoras
ACT Prática	Q1, Q2, Q3

ACT Cívica	Q2, Q3, Q4, Q5
ACT Cultural	Q3, Q4

FONTE: AUTOR (2020).

Portanto, seguindo a relação estabelecida no quadro 4, as questões norteadoras elaboradas foram: 1) Qual(ais) o(s) assunto(s) abordado no caso? Explique em linhas gerais o(s) assunto(s) abordado no caso; 2) O que é densidade e como essa grandeza física está relacionada com o surgimento das manchas de óleo no litoral de Pernambuco e em outros estados do nordeste?; 3) Há diferenças quando o óleo é adicionado em águas doce?; 4) Quais os aspectos relacionados a um desastre ambiental como o derramamento de óleo (petróleo) em alto mar? (Relacione com as características ambientais – poluição, sociais, éticas, política e econômica); 5) Qual a importância do petróleo no desenvolvimento social? Podemos nos desenvolver sem esse material?

Justificamos o uso de caso e de questões norteadoras considerando que, segundo Conrado de Nunes-Neto (2018) a abordagem de QSC envolve estudo de caso, questões norteadoras e objetivos de aprendizagens. Para estes autores, o caso possibilita a exploração de aspectos transdisciplinares das QSC e as questões norteadoras podem contribuir para estudantes: perceber diferentes complexidades e múltiplas perspectivas; desenvolver argumentos sobre o caso e a QSC; compreender teorias e conceitos científicos e investigar técnicas e tecnologias relacionadas à QSC; entender consequências e influências relativas à QSC na sociedade; emitir juízos sobre atores sociais e sobre consequências socioambientais relativas às diferentes decisões desses atores sociais (CONRADO; NUNES-NETO, 2018; RATCLIFFE; GRACE, 2003).

Em síntese, o planejamento da intervenção pedagógica é apresentado no quadro 5.

Quadro 5 - Planejamento da intervenção pedagógica

Momentos da intervenção pedagógica	Objetivos	Conteúdos	Atividades	Recursos
Momento 1	Identificar concepções prévias de estudantes sobre os conteúdos de solução e mistura Diferenciar soluções e misturas	Soluções e misturas Sistemas homogêneo e heterogêneo	Aplicação do questionário diagnóstico Aula expositiva dialogada	Questionário diagnóstico impresso Materiais para os experimentos

	Identificar sistemas homogêneos e heterogêneos Identificar os componentes de uma solução		Atividade experimental demonstrativa	
Momento 2	Diferenciar concentração em massa de densidade Relacionar aspectos tecnológicos, políticos, econômicos, sociais, éticos e ambientais referentes à QSC “Derrame de óleo nas praias do Nordeste” aos conteúdos científicos abordados	Densidade Concentração em massa	Aula expositiva dialogada Leitura do Caso Resolução das Questões Norteadoras	Caso e Questões Norteadoras impressas
Momento 3	Relacionar aspectos tecnológicos, políticos, econômicos, sociais, éticos e ambientais referentes à QSC “Derrame de óleo nas praias do Nordeste” aos conteúdos científicos abordados	Densidade Concentração em massa Petróleo	Aula expositiva dialogada Leitura do Caso Resolução das Questões Norteadoras	Caso e Questões Norteadoras impressas

FONTE: AUTOR (2020).

3.1.2 Desenvolvimento da intervenção pedagógica

A intervenção pedagógica foi desenvolvida no mês de novembro do ano de 2019 com a participação de trinta estudantes de uma turma da 2ª série do Ensino Médio, com faixa etária entre 14 e 19 anos, de uma escola pública estadual localizada no município pernambucano de Olinda, Região Metropolitana do Recife.

Justificamos a escolha por esta escola considerando o acesso do autor desta monografia, uma vez que, nela, ele realizou os estágios supervisionados III e IV, componentes obrigatórios do seu curso de graduação, e desenvolveu seu projeto da Residência Pedagógica.

Por questões éticas, os nomes das/os estudantes foram preservados, sendo esses identificados por uma numeração variando de 1 a 30, conforme a denominação A1, A2, A3, ..., A30.

A aplicação da intervenção pedagógica ocorreu em seis aulas, divididas em três encontros, ou seja, cada encontro correspondeu a duas aulas geminadas de cinquenta minutos cada.

No primeiro encontro, que teve duração de 100 minutos, o professor aplicou o questionário diagnóstico que contou com seis questões discursivas sobre os conteúdos de Soluções Químicas e Misturas, as quais foram: Qual a diferença entre soluções e misturas? Cite exemplos; Do que é formado uma solução?; Uma pedra pode ser considerada uma solução? Explique.; O gás dentro de um balão de festa (tipo bexiga) é uma solução? Por quê?; Examine os dois processos a seguir: a) Dissolva álcool em água. A mistura apresenta quantas fases? Faça uma ilustração. b) Dissolva areia em água. A mistura apresenta quantas fases? Faça uma ilustração; Qual a diferença entre a mistura “a” e a mistura “b”, da questão acima?

Participaram desse questionário diagnóstico dezenove estudantes, cuja aplicação teve duração de aproximadamente 20 minutos. O professor recolheu todos os questionários, respondidos ou não. Entretanto, ressaltamos que as respostas deste questionário não foram analisadas nesta pesquisa, visto que não contribuiriam para os atendimentos dos objetivos nela propostos.

Em seguida, o professor iniciou uma atividade experimental demonstrativa-investigativa, aquela “em que o professor apresenta, [...], fenômenos simples a partir dos quais ele poderá introduzir aspectos teóricos que estejam relacionados ao que foi observado” (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 245). O professor colocou um pouco de cloreto de sódio (sal de cozinha) em um copo plástico, que continha metade de seu volume de água. Mexeu um pouco e perguntou a turma se o sal adicionado iria se dissolver por completo. Após algumas respostas afirmativas, o professor entregou o copo a uma aluna, sentada à frente, e pediu para que ela informasse a turma se havia sal no fundo do copo. A aluna respondeu que sim, que ainda tinha alguns grãos de sal no fundo do copo.

Após essa afirmação, o professor preparou outra diluição: a mesma quantidade de sal no copo cheio com água, e perguntou a turma o que iria acontecer com o sal. Todos responderam que o sal iria se dissolver por completo. Foi o que aconteceu. Alguns estudantes ficaram intrigados e pediram para ver o primeiro sistema com sal em excesso. Um desses estudantes afirmou em tom questionador: “mas o sal se dissolve na água”. O professor explicou que nesse caso existia muito soluto para pouco solvente, logo esse sistema estava supersaturado. Após isso, o professor explicou, sistematizando no quadro, os Sistemas Homogêneos e Concentrações (supersaturado, saturado e insaturado).

O professor continuou com as atividades experimentais. Inicialmente, ele adicionou óleo de cozinha em um outro copo com metade d'água, e perguntou a turma se o óleo iria se dissolver por total. Alguns estudantes responderam que o óleo iria se dissolver todo, enquanto outros confirmaram que o óleo não iria se dissolver, pois não se misturava com água. O sistema (copo + óleo + água) foi entregue a um estudante que informou à turma que o óleo não se misturou com a água. Após alguns minutos o professor desenhou no quadro um sistema com duas fases (óleo + água) e perguntou se o sistema era homogêneo. Alguns responderam que não, que o sistema era heterogêneo. Dessa forma, o professor explicou sobre Sistemas heterogêneos. Em seguida, o professor explicou a diferença entre mistura e solução, pedindo a turma que citassem exemplos comuns (alguns responderam leite, sangue e pedra). Esse momento terminou com o professor respondendo algumas questões sobre a diferença entre substâncias e misturas, sistematizando no quadro da sala.

Ainda neste primeiro encontro, o professor questionou aos estudantes sobre o que seria mais fácil remover da água: o sal ou o óleo. A turma ficou dividida, alguns responderam que o óleo e outros que o sal seria mais fácil de remover. O professor explicou um pouco sobre o processo de salinização do solo e obtenção do sal. Sobre o questionamento em tela, o professor usou o exemplo do derrame de óleo que estava acontecendo no litoral nordestino. Muitos estudantes confirmaram que era mais fácil remover o óleo com as mãos e escavadeiras, como estava acontecendo. Entretanto, um estudante destacou o perigo que alguns estavam enfrentando ao entrar em contato com aquele óleo puro, e o professor concordou com o posicionamento deste estudante e complementou destacando a toxicidade que o óleo deixava nas águas, mesmo sendo retirado totalmente.

No segundo encontro, na semana seguinte, o professor retomou algumas ideias discutidas no encontro anterior sobre Soluções Químicas e Mistura. Em seguida, discutiu com as/os estudantes sobre o que é uma Questão Sociocientífica, e apresentou alguns exemplos de temas que poderiam ser considerados como QSC, como, por exemplo, aborto, legalização da maconha para uso medicinal e recreativo, transexualidade e uso de terras indígenas e quilombolas para produção agrícola.

Posteriormente, emergiram entre estudantes e professor alguns debates sobre a legalização da maconha e sobre a transexualidade, mas o professor evitou prolongar tais discussões, por causa do tempo, e guiou o debate para temas que poderiam ser abordados nas aulas de Química relativos aos conteúdos discutidos no primeiro

encontro, e que estivessem sendo divulgados, nos últimos dias, em veículos de comunicação. Alguns estudantes citaram como tema o surgimento de óleo nas praias de Pernambuco. Neste momento, o professor explicou que as QSC possuem aspectos multidisciplinares, ou seja, nelas outros aspectos sobre o tema são considerados, para além dos científicos e tecnológicos. Portanto, o professor sistematizou um esquema no quadro indicando outros aspectos envolvidos na QSC que seria abordada, a qual foi intitulada “Derrame de óleos nas praias do Nordeste”. Dessa forma, no esquema sistematizado pelo professor foram apresentados os aspectos científicos, tecnológicos, ambientais, políticos, econômicos, éticos e sociais, que poderiam estar envolvidos na respectiva QSC.

Na sequência, o professor solicitou aos estudantes que formassem semicírculo, e nesse momento houve certa dificuldade, pois os assentos eram pesados. Em seguida, ele entregou as/os estudantes, impresso para leitura individual, o caso intitulado “Óleo pesado que boia”, o qual apresentamos anteriormente no quadro 3.

Após a leitura individual do caso, o professor iniciou um debate sobre o caso, perguntando, inicialmente, aos estudantes se havia alguma dúvida sobre o caso. Alguns estudantes questionaram se a história era real, e o professor respondeu que fora inventada, mas que retratava situações reais de pescadores e marisqueiras do litoral norte do estado de Pernambuco. Em seguida, esses estudantes foram orientados pelo professor a responderem as Questões Norteadoras, mencionadas anteriormente, as quais foram: 1) Qual(ais) o(s) assunto(s) abordado no caso? Explique em linhas gerais o(s) assunto(s) abordado no caso; 2) O que é densidade e como essa grandeza física está relacionada com o surgimento das manchas de óleo no litoral de Pernambuco e em outros estados do nordeste?; 3) Há diferenças quando o óleo é adicionado em águas doce?; 4) Quais os aspectos relacionados a um desastre ambiental como o derramamento de óleo (petróleo) em alto mar? (Relacione com as características ambientais – poluição, sociais, éticas, política e econômica); 5) Qual a importância do petróleo no desenvolvimento social? Podemos nos desenvolver sem esse material?

Para a resolução das questões norteadoras, foram entregues jornais para cada estudante, estes foram orientados a encontrarem respostas mais amplas ao que se pedia, não ficando preso ao embasamento teórico previamente apresentado. Nesse momento da intervenção pedagógica, esses estudantes responderam as questões um, dois e cinco, por se aproximarem mais dos aspectos discutidos.

Ainda neste encontro, foram discutidos aspectos políticos, econômicos, sociais, éticos, ambientais, além dos científicos, relativos ao caso e a QSC, a partir de questionamentos aos estudantes sobre possíveis causas e danos do derramamento do óleo a curto e a longo prazo, como, por exemplo, o impacto direto da contaminação do petróleo nos peixes, afetando o comércio local e sobre os efeitos tóxicos das pessoas que tiveram contato com esse óleo cru, possibilitando efeito a longo prazo, como câncer.

No terceiro encontro foram retomados, pelo professor, os aspectos discutidos no segundo encontro e, em seguida, o professor conduziu outras discussões sobre o caso, destacando os aspectos tecnológicos. Dessa forma, o professor explicou, resumidamente, o processo de obtenção do petróleo e as fases da destilação fracionada. Após as explicações, esses estudantes continuaram a responder as questões norteadoras de números três, quatro e seis. Para essas questões, também foram entregues jornais com notícias relacionadas ao caso. Esse encontro teve duração aproximada de 70 minutos, pois começou com atraso visto que alguns estudantes participavam de uma atividade relacionada à Gincana que acontecia na quadra poliesportiva da escola. Quando esses estudantes concluíram as respostas às questões norteadoras, estas foram entregues ao professor.

No término desse último encontro, fora informado ao professor, autor desta monografia, que na semana seguinte seriam realizados eventos esportivos e artísticos e que os/as estudantes iriam participar.

3.2 MÉTODO DA AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

Sobre o método da avaliação da intervenção pedagógica descrevemos “os instrumentos de coleta e análise de dados utilizados para capturar os efeitos da intervenção” (DAMIANI et al., 2013, p. 62).

3.2.1 Instrumento de coleta dos dados

As questões norteadoras se constituíram como único instrumento de coleta de dados para o atendimento dos objetivos específicos desta pesquisa. Foram elas: 1) Qual(ais) o(s) assunto(s) abordado no caso? Explique em linhas gerais o(s) assunto(s) abordado no caso; 2) O que é densidade e como essa grandeza física está

relacionada com o surgimento das manchas de óleo no litoral de Pernambuco e em outros estados do nordeste?; 3) Há diferenças quando o óleo é adicionado em águas doce?; 4) Quais os aspectos relacionados a um desastre ambiental como o derramamento de óleo (petróleo) em alto mar? (Relacione com as características ambientais – poluição, sociais, éticas, política e econômica); 5) Qual a importância do petróleo no desenvolvimento social? Podemos nos desenvolver sem esse material?

3.2.2 Análise dos achados

Para a análise dos achados desta pesquisa, consideramos, a partir de Damiani et al. (2013, p. 62), que estes envolvem duas dimensões: “os achados relativos aos efeitos da intervenção sobre seus participantes e os achados relativos à intervenção propriamente dita”.

Na primeira dimensão dos achados, são analisadas as mudanças observadas nos participantes (DAMIANI et al., 2013), que no caso desta pesquisa se refere aos níveis de ACT desenvolvidos por estudantes a partir da intervenção pedagógica implementada com abordagem da QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste.

Na segunda dimensão dos achados, são analisadas as “característica(s) da intervenção responsável(eis) pelos efeitos percebidos em seus participantes [...]” (DAMIANI et al., 2013, p. 63), as quais, nesta pesquisa se referem às características das QSC mobilizadas a partir da QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste, do caso “Óleo pesado que boia” e do conjunto das questões norteadoras.

As análises dos achados foram conduzidas com a abordagem qualitativa dos dados, tendo em vista que nos preocupamos com o processo para alcançar o objetivo da pesquisa (PRODANOV; FREITAS, 2003).

Adicionalmente, para as análises desses achados, seguimos pressupostos da Análise de Conteúdo de Bardin. A análise de conteúdo de Bardin constitui-se como um método empírico, uma vez que, pretende conhecer e interpretar a realidade estudada, sem nela interferir ou modificá-la, sendo assim, este tipo de pesquisa busca descobrir e observar os fenômenos, procurando descrevê-los, classificá-los e interpretá-los.

Segundo Laurence Bardin (1977), a análise de conteúdo é o desvendar crítico de um conjunto de conteúdos metodológicos que se aplicam a discursos diversificados. Para esta autora, a análise de conteúdo passou por algumas

modificações e apresenta duas funções: uma mais objetiva, direta – heurística – e outra relacionada a elaboração de hipóteses.

Não entraremos neste mérito, mas reforçaremos o que Bardin (1977) esclarece como métodos de organização da análise, o qual é dividido em três etapas: pré-análise; exploração do material; e tratamento dos resultados, interferência e interpretação.

Na etapa da pré-análise, é realizada uma sistematização das ideias iniciais, onde todos os materiais coletados são analisados. Esta etapa, segundo Bardin (1977), geralmente, compreende: a escolha dos documentos a serem submetidos à análise; a formulação de hipóteses e objetivos; e a elaboração de indicadores que fundamentam a interpretação final.

Bardin (1977) afirma que nesta etapa é necessária uma organização que envolve as seguintes ações e objetivos:

- a) Leitura flutuante, cujo objetivo é conhecer os conteúdos dos textos, das entrevistas e demais fontes analisadas, ou seja, saber do que se trata;
- b) Escolha dos documentos que serão analisados, e com vistas à constituição do *corpus* da pesquisa. O *corpus* “é o conjunto de documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos” (BARDIN, 1977, p. 96), cuja constituição implica na: I) exaustividade: refere-se à deferência de todos os componentes constitutivos do *corpus*, ou seja, não se deve excluir da pesquisa qualquer um de seus elementos, sejam quais forem as razões, desde que estejam em relação aos objetivos do *corpus*; II) representatividade: corresponde a uma amostra que seja fiel ao universo inicial; III) homogeneidade: os documentos devem obedecer a critérios precisos de escolha e não apresentar demasiada singularidade fora destes critérios de escolha; e IV) pertinência: os documentos analisados devem estar adequados ao que se propõem no estudo;
- c) Formulação de hipóteses e objetivos. Segundo Bardin (1977), uma hipótese é uma afirmação temporária do que nos propomos analisar (confirmar ou infirmar), recorrendo aos procedimentos de análise, e o objetivo “é a finalidade geral a que nos propomos (ou que é fornecida por uma instância exterior), o quadro teórico e/ou pragmático, no qual os resultados obtidos serão utilizados” (p. 98);
- d) Indicação de índices e elaboração de indicadores: os índices são as menções explícitas de um tema numa mensagem, e os indicadores correspondem a frequência deste tema na mensagem;

e) Preparação do material: após reunir todo o material, deve-se realizar um tratamento formal desses documentos, ou seja, sua edição, “sua codificação segundo as possibilidades de leitura do ordenador” (BARDIN, 1977, p. 101).

Portanto, na etapa da pré-análise consideramos as respostas de estudantes às questões norteadoras como dados para análise.

A segunda etapa corresponde à exploração do material. Conforme Bardin (1977), esta etapa se refere à análise sistemática das decisões tomadas, ou seja, após as escolhas e avaliações da pré-análise, é necessária uma operação de codificação, em função de regras previamente formuladas.

A codificação reflete uma “transformação dos dados brutos do texto, transformação esta que, por recorte, agregação e enumeração, permite atingir uma representação do conteúdo” (BARDIN, 1977, p.103). Em outras palavras, a codificação do conteúdo representa sua expressão acerca das características do texto.

Para esta etapa adotamos categorias *a priori*, isto é, categorias emergentes da fundamentação teórica. Neste sentido:

1. Na análise dos achados relativos aos efeitos da intervenção pedagógica, as categorias analíticas foram os níveis de ACT: prática, cívica e cultural.
2. Na análise da intervenção pedagógica propriamente dita, as categorias analíticas foram as características das QSC.

A terceira e última etapa, tratamento dos resultados obtidos e interpretação, refere-se à abordagem dos resultados brutos de maneira significativa e confiável, ou seja, nesta fase o referencial teórico é retomado para embasar as análises dando sentido à interpretação. Bardin (1977) defende que neste momento “pode então propor inferências e adiantar interpretações a propósito dos objetivos previstos, ou que digam respeito a outras descobertas inesperadas” (p. 101). Esta terceira etapa correspondeu a análise dos dados propriamente dita a partir dos referenciais teóricos.

CAPÍTULO 4. OS ACHADOS

Neste capítulo buscamos atender ao objetivo geral desta pesquisa, isto é, analisar contribuições e limitações de uma intervenção pedagógica sobre a QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste, na ACT de estudantes no ensino de Química.

Nas pesquisas do tipo intervenção pedagógica, os achados são relativos tanto aos efeitos da intervenção pedagógica sobre esses estudantes, como à intervenção pedagógica propriamente dita. Neste sentido, organizamos a discussão dos achados em dois movimentos analíticos: inicialmente discutimos os achados relativos aos efeitos da intervenção pedagógica; e posteriormente, abordamos os achados sobre a intervenção pedagógica propriamente dita.

4.1 ACHADOS RELATIVOS AOS EFEITOS DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA: ANÁLISE DOS NÍVEIS DE ACT DE ESTUDANTES

Para discutirmos os achados dos efeitos da intervenção pedagógica consideramos as respostas de estudantes às questões norteadoras e adotamos os níveis de ACT (prática, cívica, cultural) como categorias analíticas, uma vez que a análise de contribuições e limitações da intervenção pedagógica, a partir da QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste, na ACT de estudantes no ensino de Química, é o foco desta pesquisa.

Para a questão norteadora 1 – Qual(ais) o(s) assunto(s) abordado(s) no caso? Explique em linhas gerais o(s) assunto(s) abordados no caso –, as respostas estão transcritas no quadro 6.

Quadro 6 – Resposta de estudantes à questão norteadora 1

Estudantes	Respostas
A1	“São sobre o óleo pesado que boia no mar.”
A2	“As manchas de petróleo que surgiram nos litorais, a contaminação dos peixes, a do petróleo e sobre outros desastres que já aconteceram devido ao petróleo.”
A4	“Sobre as manchas enormes de óleo no litoral do nordeste.”
A7	“O assunto é derramamento de óleo (petróleo) na cidade de Itapissuma e conta a história de Camila, que é aluna do 2º ano do ensino médio e é filha de pescador e marisqueira, mostra a dificuldade que estão tendo ao enfrentar esse ‘desastre ambiental’. Os assuntos abordados no caso são a densidade do óleo, e os aspectos ambiental, econômico, científico, político, social e tecnológico.”
A8	“Poluição, falta de peixe para quem vive disso, composição do óleo.”

A9	“Desastre ambiental – derrame de petróleo, óleo pesado que boia no mar.”
A10	“O caso da mancha do óleo no litoral nordeste que está prejudicando o meio ambiente e também a sociedade. Onde essas manchas estão prejudicando os pescadores que tira seus sustentos da pescaria.”
A12	“Os assuntos relacionados a este caso são de Desastre Ambiental. Onde a vida marinha está sendo prejudicada pelo óleo. Temos também a economia, pessoas estão sofrendo com esse acidente. Além desses aspectos, tem a parte da política e tecnologia. Isto está relacionado as manchas de óleo que estão causando enormes problemas no litoral do nordeste. Esse petróleo é uma mistura complexa formada por matérias orgânicas, que não são solúveis em água. Onde a densidade e temperatura estão envolvidos nessa mistura.”
A13	“Manchas enormes de óleo no litoral. Esse óleo preocupa não somente ambientalista como também a população.”
A15	“O óleo que está no mar, junto com uma das consequências que é o fato dos pescadores não terem o que pescar, porque os peixes estão se escondendo do óleo ou estão contaminados.”
A16	“Poluição ambiental e sobre substâncias químicas.”
A17	“São a aluna do 2º ano, fala também sobre o óleo e os pescadores.”
A18	“O óleo nas praias de Pernambuco, a história conta sobre a história de Camila, muitas famílias vivem das praias para ter o alimento de cada dia e com esse desastre ambiental que está acontecendo os peixes vão seguindo e os que ficam acabam morrendo ou sendo contaminado, isso vem prejudicando todos. Não só os animais como as famílias que vivem disso.”

FONTE: AUTOR (2020).

Considerando as respostas de treze estudantes para a questão norteadora 1, podemos dizer que eles indicaram os conteúdos abordados no caso. Alguns descreveram os conteúdos em maiores detalhes, como, por exemplo, A2, A7, A10, A12, A15 e A18, e outros não, como é o caso de A1, A4, A8, A9, A13, A16 e A17. A resposta de A7 é uma das respostas mais detalhada:

O assunto é derramamento de óleo (petróleo) na cidade de Itapissuma e conta a história de Camila, que é aluna do 2º ano do ensino médio e é filha de pescador e marisqueira, mostra a dificuldade que estão tendo ao enfrentar esse ‘desastre ambiental’. Os assuntos abordados no caso são a densidade do óleo, e os aspectos ambiental, econômico, científico, político, social e tecnológico.”

Em sua resposta, A7 aponta o conteúdo científico – densidade, bem como sinaliza a abordagem de outros aspectos, como, por exemplo, o ambiental.

Para a questão norteadora 2 – O que é densidade e como essa grandeza física está relacionada com o surgimento das manchas de óleo no litoral de Pernambuco e em outros estados do nordeste? –, as respostas estão reproduzidas no quadro 7.

Quadro 7 – Resposta de estudantes à questão norteadora 2

Estudante	Respostas
A1	“Densidade é uma concentração de massa de um determinado elemento ou substância como a densidade do petróleo é maior do que a água.”
A2	“Densidade é uma contração de volume tipo a água e o óleo, o óleo tem mais densidade que a água porque a massa é maior.”
A4	“Densidade é a relação entre a massa de um material e o volume por ele ocupa a relação e que o petróleo não se mistura com a água do mar.”
A6	“Está relacionado com a densidade do óleo quando a mesma entra em contato com a água.”
A7	“Densidade é a massa sobre o volume. Através dela podemos saber de onde é o petróleo, o que ele pode causar ao entrar em contato com a pele, é através da densidade que podemos ver o óleo sobre a água, exatamente porque a densidade do óleo é menor.”
A8	“É a relação existente entre a massa e o volume de um material. Porque o óleo que apareceu é denso e não afunda, fica visível para todos.”
A9	“É a relação existente entre a massa e o volume de um material, Por conta da densidade o óleo boia até a borda.”
A10	“Densidade é uma concentração de menor ou maior, onde essas manchas de óleo não conseguem se diluir a água doce ou salgada contra das suas matérias orgânicas.”
A12	“Densidade é a relação existente entre a massa e o volume de um material, a uma dada pressão e temperatura. Quando a substância tem densidade menor de que a água, e o poluente que atinge o nordeste do país se concentra em camada superficial. Trata-se de petróleo cru, bastante denso e se espalha abaixo da superfície marinha, o que dificulta a detecção por imagens de satélite ou sobrevoos. Quando as manchas aparecem, elas já estão muito próximas à costa.”
A13	“Densidade é uma concentração de valor maior e menor, a densidade do óleo é maior que a da água.”
A16	“A densidade é a relação entre a massa de um material e o volume por ele ocupado.”

FONTE: AUTOR (2020).

A partir das respostas de onze estudantes para esta questão, identificamos respostas equivocadas do ponto de vista científico, como, por exemplo, as respostas de estudantes A1, A2, A10 e A13, ou sem sentido. A resposta de A1 exemplifica uma compreensão equivocada de densidade quando responde que: “Densidade é uma concentração de massa de um determinado elemento ou substância como a densidade do petróleo é maior do que a água”.

Adicionalmente, identificamos nas respostas de A4, A6, A8 e A16, uma compreensão cientificamente correta sobre densidade, mas algumas dessas respostas estão equivocadas quanto à relação entre a grandeza densidade e o surgimento das manchas de óleo no litoral. Por exemplo, A4 expressa uma compreensão cientificamente correta de densidade, mas não traz em sua resposta uma relação do surgimento das manchas do óleo com a densidade, e sim com a não solubilidade entre óleo e água, ao responder que: “Densidade é a relação entre a

massa de um material e o volume por ele ocupa a relação e que o petróleo não se mistura com a água do mar”.

Contudo, outras respostas para esta questão foram coerentes tanto do ponto de vista científico, quanto da relação entre a densidade e o surgimento das manchas de óleo, como é o caso das respostas de A7, A9 e A12. Por exemplo, para A7 “Densidade é a massa sobre o volume. Através dela podemos saber de onde é o petróleo, o que ele pode causar ao entrar em contato com a pele, é através da densidade que podemos ver o óleo sobre a água, exatamente porque a densidade do óleo é menor.”

Para a questão norteadora 3 – Há diferenças quando o óleo é adicionado em águas doce? –, as respostas estão no quadro 8.

Quadro 8 – Resposta de estudantes à questão norteadora 3

Estudantes	Respostas
A1	“Sim, porque quando o óleo vai para água doce ele afunda, porque a densidade é maior, então esse óleo prejudica os peixes, contamina tudo principalmente os pescadores que estão ali presentes tendo contato.”
A2	“Sim, o petróleo afunda na água doce que quer dizer que o prejuízo é maior e afeta mais os bichos marinhos.”
A6	“Em rios, o contato com a água é maior. E o número de animais intoxicados aumenta. Em água salgada, a densidade do óleo é menor, o contrário ocorre da água doce.”
A7	“Sim, na água salgada o óleo boia por conta da densidade da água salgada que é maior que a do óleo, já a água doce a densidade é menor que o óleo, por isso o óleo afunda na água doce.”
A8 e A9	“A diferença é que na água doce afunda dificultando a retirada. A densidade é menor.”
A10	“Quando o óleo é adicionado à água salgada ele boia e não se mistura. Quando é adicionado à água doce o óleo vai para o fundo e causa vários problemas, não só para o meio ambiente, mas também para os peixes e para as pessoas, porque os peixes vão se alimentar desse óleo e com isso vai prejudicar mais pessoas”

FONTE: AUTOR (2020).

Sobre as respostas à questão norteadora 3, apenas sete estudantes responderam. As respostas de A1, A2, A7 e A10 expressam um entendimento da relação entre a causa de o óleo afundar ou boiar pela diferença de densidade do meio (água doce e água salgada), como, podemos ilustrar com a resposta de A1: “Sim, porque quando o óleo vai para água doce ele afunda, porque a densidade é maior, então esse óleo prejudica os peixes, contamina tudo principalmente os pescadores que estão ali presentes tendo contato”.

Identificamos equívocos nas respostas de A6 “Em rios, o contato com a água é maior. E o número de animais intoxicados aumenta. Em água salgada, a densidade do óleo é menor, o contrário ocorre da água doce” ao considerar que a densidade do óleo é alterada e não as diferenças de densidades em relação ao meio. Adicionalmente, equívocos são encontrados nas respostas de A8 e A9, como podemos exemplificar com as respostas desses que foram iguais: “A diferença é que na água doce afunda dificultando a retirada. A densidade é menor”.

Por outro lado, A1, A2, A6 e A10 trazem em suas respostas aspectos sociais, ambientais e econômicos, como podemos exemplificar com a resposta de A10:

Quando o óleo é adicionado à água salgada ele boia e não se mistura. Quando é adicionado à água doce o óleo vai para o fundo e **causa vários problemas, não só para o meio ambiente, mas também para os peixes e para as pessoas, porque os peixes vão se alimentar desse óleo e com isso vai prejudicar mais pessoas.** (Grifos nossos).

Para a questão norteadora 4 – Quais os aspectos relacionados a um desastre ambiental como o derramamento de óleo (petróleo) em alto mar? (Relacione com as características ambientais – poluição, sociais, éticas, política e econômica) –, as respostas de estudantes foram registradas no quadro 9.

Quadro 9 - Resposta de estudantes à questão norteadora 4

Estudantes	Respostas
A1	“Social: pois as alunas se juntaram para ajudar e tentar entender de certa forma. Ambiental: porque afetou as praias e as populações.”
A2	“A falta de peixes para os pescadores, dificuldade para os banhistas aproveitar água da praia para se banhar.”
A4	“O pesadelo ambiental que o nordeste brasileiro provavelmente se entendera pelos próximos anos.”
A6	“Social, meio ambiente, econômico, político, científico e tecnológico.”
A7	“Ambientais: estão relacionados a poluição dos mares, a vida marítima. Econômicos: os pescadores que precisam da pesca para sobreviver estão sendo atingidos diretamente com a questão financeira pois muitas pessoas estão assustadas e por isso não consomem crustáceos, que é o meio de sobrevivência de muitas pessoas. Científicos: entram com o estudo do óleo, para saber de onde ele é, e quais os males que pode trazer a saúde, do é feito etc. Sociais: é toda uma sociedade atingida de várias formas, tanto pescadores quanto consumidores foram atingidos, e também temos a atitude das pessoas a fazer limpeza dos mares voluntariamente.”
A8	“Poluição: do meio ambiente e dos pescados. Sociais: sociedade que depende do pescado para sobreviver foram prejudicados, banhistas acabam ficando com medo e evitam tomar banhos nas praias. Político: demora para tomar providências. Econômico: prejudicou o turismo, consumo de peixe, pescadores, supermercados.”
A9	“Econômico: prejudica os pescadores, pois é a fonte de renda deles e também os turistas não irão ir mais as praias. Político: a demora de distribuição de EPI's. Ético: as pessoas que se comoveram para ajudar a retirar o óleo e nem pensou na saúde. Poluição: mesmo retirando todo o óleo ainda vai ficar poluído.”

A10	“Pode causar problemas para nossa saúde, porque os peixes vão estar contaminados com o óleo e também para o meio ambiente, os pescadores, etc.”
A11	“A falta de peixes para os pescadores, dificuldade para os banhistas aproveita a água da praia.”
A13	“São os que dependem da pesca e de outros recursos marinho, e os peixes também são prejudicados.”
A16	“O óleo é muito pesado, não afunda e não se mistura com a água e prejudica os pescadores, e os peixes ficam assustados, não ficam na área do óleo e as que ficam morrem ou estão contaminados.”
A17	“Poluição em geral os animais nos seres humanos. Social – fala também sobre a menina que fez um grupinho para conversar com os professores.”
A19	“Aspectos sociais referentes a população, político referente as atitudes do governo, econômico se refere ao turismo nos estados afetados.”
A20	“Poluição: mares/praias; Sociais: população; Política: atitudes do governo; Econômicos: turismo.”
A21	“Ambientais: poluição nas praias. Poluição: morte dos animais marinhos. Sociais: população.”
A22	“Econômico – com relação ao turismo. Poluição – prejudicando o mar. Sociais – afetando os banhistas e pescadores. Política – governo do Estado.”

FONTE: AUTOR (2020).

Quanto aos aspectos relacionados a um desastre ambiental como o derramamento de óleo (petróleo), as respostas de A1, A2, A4, A7, A8, A9, A10, A11, A13, A16, A19, A20, A21 e A22 trazem, de um modo geral, aspectos sociais, ambientais, científicos, políticos, éticos e econômicos, como podemos exemplificar com a resposta de A7:

Ambientais: estão relacionados a poluição dos mares, a vida marítima. Econômicos: os pescadores que precisam da pesca para sobreviver estão sendo atingidos diretamente com a questão financeira pois muitas pessoas estão assustadas e por isso não consomem crustáceos, que é o meio de sobrevivência de muitas pessoas. Científicos: entram com o estudo do óleo, para saber de onde ele é, e quais os males que pode trazer a saúde, do é feito etc. Sociais: é toda uma sociedade atingida de várias formas, tanto pescadores quanto consumidores foram atingidos, e também temos a atitude das pessoas a fazer limpeza dos mares voluntariamente.

A resposta de A6 sinaliza os aspectos, mas não os descreve como os demais estudantes e a resposta de A17 sinaliza os aspectos ambientais e sociais, mas não os descreve de forma esclarecedora: “Poluição em geral os animais nos seres humanos. Social – fala também sobre a menina que fez um grupinho para conversar com os professores.”

Para a questão norteadora 5 – Qual a importância do petróleo no desenvolvimento social? Podemos nos desenvolver sem esse material? –, as respostas de estudantes estão transcritas no quadro 10.

Quadro 10 – Resposta de estudantes à questão norteadora 5

Estudantes	Respostas
A1	“Sim, porque a sociedade precisa para voltar praticamente o normal.”
A2	“O petróleo é importante para o nosso transporte quando ele vira gasolina e entra coisas.”
A3	“O petróleo fornece gasolina para os postos que beneficia as pessoas a se locomover através de transportes.”
A4	“É a mais importante fonte de energia da atualidade, pois é através dele que realiza inúmeras atividades.”
A6	“Não. O petróleo é muito importante para o desenvolvimento da espécie humana, já que a tecnologia que usamos hoje se ‘alimenta’ desse petróleo.”
A7	“O petróleo é importante porque através desse são extraídos a gasolina, o óleo diesel, o álcool, que é muito importante para o desenvolvimento social.”
A9	“Pois como o petróleo é feito os combustíveis para exportação e importação de alimentos, entre outros produtos. Sim, pois o aumento da tecnologia os veículos serão elétricos.”
A10 e A11	“É importante para as pessoas, ele traz vários benefícios como o álcool, gasolina, diesel etc. Não!”.

FONTE: AUTOR (2020).

Todas as respostas para a questão norteadora 5, expressam uma compreensão da importância do petróleo para o desenvolvimento, como podemos exemplificar com a resposta de A3: “O petróleo fornece gasolina para os postos que beneficia as pessoas a se locomover através de transportes”.

Entre as justificativas da importância do petróleo estão a produção de combustíveis para o transporte (respostas de A2, A3, A7, A9, A10 e A11), a fonte energética (resposta de A4) e a tecnologia que necessita do petróleo (resposta de A6).

Contudo as respostas de A7, A10 e A11 estão equivocadas do ponto de vista científico ao mencionarem o álcool como um dos produtos do petróleo, e a resposta de A1 não foi esclarecedora.

A partir das análises das respostas para as questões norteadoras, buscamos analisar os níveis de ACT prática, cívica e cultural de estudantes.

Quanto à ACT prática, aquela relativa à compreensão e uso de conhecimentos e linguagens científicos e tecnológicos na resolução de problemas do cotidiano, a partir das ideias de Shen (1975) e de Bocheco (2011), as respostas de A12 (para a questão norteadora 1), de A7 (para a questão norteadora 2), e de A10 (para a questão norteadora 3), podem sinalizar este nível de ACT. Por exemplo, o trecho da resposta de A12:

[...]. Isto está relacionado as manchas de óleo que estão causando enormes problemas no litoral do nordeste. Esse petróleo é uma mistura complexa

formada por matérias orgânicas, que não são solúveis em água. Onde a densidade e temperatura estão envolvidos nessa mistura.”

Em sua resposta sobre o(s) assunto(s) abordado(s) no caso, A12 lança mão da grandeza física densidade, por exemplo, para compreender o aparecimento das manchas de óleo no litoral do nordeste.

Outro exemplo é a resposta de A7:

Densidade é a massa sobre o volume. Através dela podemos saber de onde é o petróleo, o que ele pode causar ao entrar em contato com a pele, é através da densidade que podemos ver o óleo sobre a água, exatamente porque a densidade do óleo é menor.

A7, em sua resposta sobre a relação da densidade com o surgimento das manchas de óleo no litoral de Pernambuco e em outros estados do nordeste, usa o conceito de densidade na compreensão de que o aparecimento das manchas de óleo boiando é devido à sua densidade ser menor do que a da água do mar.

Mais uma evidência da ACT prática pode ser exemplificada com a resposta de A10:

Quando o óleo é adicionado à água salgada ele boia e não se mistura. Quando é adicionado à água doce o óleo vai para o fundo e causa vários problemas, não só para o meio ambiente, mas também para os peixes e para as pessoas, porque os peixes vão se alimentar desse óleo e com isso vai prejudicar mais pessoas.

Nesta resposta sobre diferenças quando o óleo é adicionado em águas doce, A10 lança mão do conceito de densidade na compreensão do fato de que o óleo boia na água salgada, diferentemente se fosse lançado na água doce, que neste caso afundaria.

Portanto, ressaltamos que a ACT prática caracteriza-se pela ênfase nas aplicações de conhecimentos, manifestando-se em situações que representem significado prático na realidade de estudantes (BOCHECO, 2011; LORENZETTI et al., 2017; SHEN, 1975).

Quanto à ACT cívica, aquela relativa à compreensão de aspectos sociais relativos à ciência e à tecnologia, a partir das ideias de Shen (1975) e de Bocheco (2011), as respostas de A1, A2, A4, A7, A8, A9, A10, A11, A13, A16, A17, A19, A20, A21 e A22 à questão norteadora 4, trazem evidências deste nível de ACT.

Como, por exemplo, a resposta de A8:

Poluição: do meio ambiente e dos pescados. Sociais: sociedade que depende do pescado para sobreviver foram prejudicados, banhistas acabam ficando com medo e evitam tomar banhos nas praias. Político: demora para tomar providências. Econômico: prejudicou o turismo, consumo de peixe, pescadores, supermercados.

A8, em sua resposta sobre os aspectos relacionados a um desastre ambiental como o derramamento de óleo (petróleo) em alto mar, com suas características ambientais – poluição, sociais, éticas, política e econômica –, apresenta diversos aspectos que evidenciam sua compreensão sobre os aspectos sociais relativos ao derramamento do óleo no litoral de Pernambuco e do Nordeste, dentre eles, os aspectos: ambientais, políticos e econômicos.

Podemos ilustrar outro exemplo da ACT cívica com a resposta de A9:

Econômico: prejudica os pescadores, pois é a fonte de renda deles e também os turistas não irão ir mais as praias. Político: a demora de distribuição de EPI's. Ético: as pessoas que se comoveram para ajudar a retirar o óleo e nem pensou na saúde. Poluição: mesmo retirando todo o óleo ainda vai ficar poluído.

Nesta resposta de A9 sobre os aspectos relacionados a um desastre ambiental como o derramamento de óleo (petróleo) em alto mar, em suas características ambientais – poluição, sociais, éticas, política e econômica –, identificamos diferentes aspectos sociais relativos ao derramamento do óleo no litoral de Pernambuco e do Nordeste, como, por exemplo, o econômico, o político e o ético.

Em conjunto, as respostas de A8 e de A9, ao identificarem diferentes aspectos sociais, podem se constituir como indícios de um posicionamento crítico desses estudantes diante do derramamento do óleo no litoral de Pernambuco e do Nordeste, apesar deste posicionamento crítico não está explícito nas respectivas respostas.

Entretanto, considerando que a ACT cívica permite ao cidadão a formulação de ideias críticas para compreender e se posicionar sobre aplicações e implicações da ciência e da tecnologia na sociedade (LORENZETTI et al., 2017), vale destacar que nas respostas dadas por estudantes à questão norteadora 4, como, por exemplo, as respostas de A8 e A9, e nas respostas dadas às questões norteadoras anteriores, não percebemos, mesmo que nas entrelinhas, uma articulação com as aplicações e implicações da ciência e da tecnologia na sociedade, mais especificamente, uma articulação entre o derramamento do óleo no litoral de Pernambuco e do Nordeste e

as atividades científicas e tecnológicas envolvidas na extração, destilação, e transporte do petróleo.

Quanto à ACT cultural, aquela relativa à compreensão da Natureza da Ciência e da Tecnologia, a partir das ideias de Shen (1975) e de Bocheço (2011), podemos afirmar que as respostas de A2, A3, A4, A6, A7, A9, A10 e A11 à questão norteadora 5, expressam a importância do petróleo para a sociedade, como, podemos ilustrar com a resposta de A7: “O petróleo é importante porque através desse são extraídos a gasolina, o óleo diesel, o álcool, que é muito importante para o desenvolvimento social”.

Nesta resposta, A7 expressa uma visão benéfica do petróleo para a sociedade, considerando que dele são extraídos diversos combustíveis importantes para o desenvolvimento social.

A partir das respostas de estudantes para a questão norteadora 5, temos três aspectos a ressaltar. O primeiro aspecto refere-se ao fato da visão benéfica que a maioria de estudantes têm sobre o petróleo, sendo esta visão presente nas respostas, apesar da maioria desses estudantes terem identificado, na questão norteadora 4, diversos aspectos sociais envolvidos no derramamento do óleo no litoral de Pernambuco e do Nordeste, como, por exemplo, prejuízos econômicos dos pescadores e a poluição ambiental.

Percebemos que esses estudantes não associaram suas respostas à questão norteadora 5 com os aspectos apontados em suas respostas à questão norteadora 4, e isso pode ter sido consequência de suas crenças que só percebem um dos lados da atividade científica e tecnológica, o lado benéfico para a sociedade. Neste sentido, vale ressaltar a relevância da ACT cultural na desmistificação de superstições e crenças acerca da ciência e da tecnologia que permeiam a sociedade (LORENZETTI et al., 2017; SHEN, 1975).

O segundo aspecto refere-se à compreensão da Natureza da Ciência e da Tecnologia. Considerando a NdCeT envolve, por exemplo, a compreensão das relações CTS (ALONSO, 2010), podemos dizer que, esses estudantes ao responderem à questão norteadora 5, só expressaram o lado benéfico destas relações – a ciência e a tecnologia como promotoras de benefícios à sociedade –, mas as implicações destas primeiras relações nas questões sociais não foram apresentadas.

O terceiro refere-se às outras dimensões da Natureza da Ciência e da Tecnologia, para além das relações CTS, tais como, a ciência e a tecnologia como

tipos de conhecimentos, o desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico, as relações dentro da comunidade científica (ALONSO, 2010). Dimensões estas que não foram abordadas nas questões norteadoras, e por conseguinte, não foram identificadas nas respostas de estudantes.

Portanto, podemos dizer que a ACT cultural não foi identificada a partir das respostas de estudantes analisadas.

4.2 ACHADOS RELATIVOS À INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA PROPRIAMENTE DITA: AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS QSC MOBILIZADAS

Para discutirmos os achados relativos à intervenção pedagógica propriamente dita, consideramos características das QSC mobilizadas pela intervenção pedagógica desenvolvida.

Quanto às características das QSC mobilizadas, identificamos, dentre aquelas destacadas por Ratcliffe e Grace (2003) e revistas por Conrado e Nunes-Neto (2018), as seguintes: aproximação de estudantes às situações reais; contextualização dos conteúdos; discussão de aspectos diversos.

A intervenção pedagógica a partir da QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste, o caso “Óleo pesado que boia” e o conjunto das questões norteadoras, possibilitaram a aproximação de estudantes com uma situação real, o aparecimento do óleo em praias do litoral brasileiro, uma das características das QSC. Neste sentido, destacamos dois aspectos: a escola, lócus da pesquisa, fica a aproximadamente 30 minutos da praia; e que alguns estudantes tinham conhecimento deste derramamento.

O caso “Óleo pesado que boia”, por exemplo, ao narrar uma história sem um final concreto, buscando despertar o interesse pela narrativa (SÁ; FRANCISCO; QUEIROZ, 2007) sobre o aparecimento de manchas de óleos no litoral do nordeste, cujos personagens são Camila e Gabriel, estudantes da 2ª série do Ensino Médio, e Xavier, o professor desses. Nesse contexto, a questão a ser resolvida no caso (por que as manchas de óleo (petróleo) que aparecem no litoral de Pernambuco e outros estados do nordeste, são pesadas, mas boiam na água? Lembre-se de trazer questões sociais e ambientais sobre esse tema) possibilitou a aproximação de estudantes com uma situação real.

Outra característica das QSC possibilitada pela intervenção pedagógica QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste, o caso “Óleo pesado que boia” e pelo conjunto das questões norteadoras, foi a contextualização dos conteúdos científicos sistemas heterogêneos, mistura, densidade, petróleo e dos conteúdos tecnológicos processo de obtenção do petróleo e as fases da destilação fracionada, corroborando com a ideia de que as QSC podem proporcionar a “compreensão de teorias e conceitos científicos e tecnológicos relacionados à QSC” (CONRADO e NUNES-NETO, 2018, p. 90).

Por exemplo, a compreensão do conteúdo densidade pode ser ilustrada com a resposta de A7 à questão norteadora 3 (Há diferenças quando o óleo é adicionado em águas doce?): “Sim, na água salgada o óleo boia por conta da densidade da água salgada que é maior que a do óleo, já a água doce a densidade é menor que o óleo, por isso o óleo afunda na água doce”.

Podemos ilustrar a compreensão do conteúdo fases da destilação fracionada do petróleo também com a resposta de A7 à questão norteadora 5 (Qual a importância do petróleo no desenvolvimento social? Podemos nos desenvolver sem esse material?): “O petróleo é importante porque através desse são extraídos a gasolina, o óleo diesel, o álcool, que é muito importante para o desenvolvimento social”. Contudo, chamamos atenção que, embora A7 tenha compreendido que por meio da destilação fracionada do petróleo são extraídos a gasolina e o óleo diesel, esse estudante tem uma compreensão equivocada que o álcool é um derivado do petróleo.

A intervenção pedagógica QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste, o caso “Óleo pesado que boia” e o conjunto das questões norteadoras, também possibilitaram a discussão de diferentes aspectos, tais como políticos, econômicos, ambientais, éticos, além dos científicos e tecnológicos, representando outra característica das QSC, como, podemos ilustrar com a resposta de A8 à questão norteadora 4 (Quais os aspectos relacionados a um desastre ambiental como o derramamento de óleo (petróleo) em alto mar? (Relacione com as características ambientais – poluição, sociais, éticas, política e econômica):

Poluição: do meio ambiente e dos pescados. Sociais: sociedade que depende do pescado para sobreviver foram prejudicados, banhistas acabam ficando com medo e evitam tomar banhos nas praias. Político: demora para tomar providências. Econômico: prejudicou o turismo, consumo de peixe, pescadores, supermercados.

Adicionalmente, destacamos que a mobilização das três características das QSC identificadas, pode ter sido favorecida, para além da QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste, do caso “Óleo pesado que boia” e do conjunto das questões norteadoras, por outros fatores, como, por exemplo: pelas notícias de jornais sobre o caso e sobre a QSC disponibilizados aos estudantes para ajudá-los a responderem as questões norteadoras; pela discussão sobre o caso e sobre os aspectos políticos, económicos, sociais, éticos, ambientais, além dos científicos, relativos ao caso e a QSC, realizada no segundo e terceiro encontros da intervenção pedagógica; e pela discussão sobre os aspectos tecnológicos (o processo de obtenção do petróleo e as fases da destilação fracionada) realizada no terceiro encontro da intervenção pedagógica. Embora não tenhamos dados registrados que possam justificar esta inferência.

Entretanto, ressaltamos que outras características das QSC não foram mobilizadas, como, por exemplo, “[...] produção de escolhas no nível individual ou social; [...] análises de custo-benefício, nas quais os riscos interagem com os valores; [...] valores e raciocínio ético; [...]” (RATCLIFFE; GRACE, 2003, p. 2) (tradução nossa, grifo nosso).

4.3 ACHADOS REFERENTES À RELAÇÃO ENTRE OS EFEITOS DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA E A INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA PROPIAMENTE DITA: RELAÇÕES ENTRE OS NÍVEIS DE ACT E AS CARACTERÍSTICAS DAS QSC

Neste tópico buscamos identificar relações entre os níveis de ACT (prático, cívico e cultural) de estudantes e as três características das QSC mobilizadas na intervenção pedagógica da QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste: aproximação de estudantes às situações reais; contextualização dos conteúdos; discussão de aspectos diversos.

A ACT prática de estudantes, relativa à compreensão e uso de conhecimentos e linguagens científicos e tecnológicos na resolução de problemas do cotidiano, a partir das ideias de Shen (1975) e de Bocheco (2011), pode ter sido favorecida pelas três características das QSC mobilizadas no desenvolvimento da intervenção pedagógica, visto que, por exemplo, no contexto de uma situação real da QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste, estudantes puderam compreender e usar o conceito de densidade para entender a relação entre a causa de o óleo afundar ou

boiar pela diferença de densidade do meio (água doce e água salgada), como ilustrar com a resposta de A1 à questão norteadora 3: “Sim, porque quando o óleo vai para água doce ele afunda, porque a densidade é maior, então esse óleo prejudica os peixes, contamina tudo principalmente os pescadores que estão ali presentes tendo contato”.

Desta forma, enfatizamos que a ACT prática engloba compreensões que necessitam ser discutidas não somente do ponto de vista do conhecimento científico, mas sobre suas implicações cotidianas, caracterizando-se pela ênfase nas aplicações desses conhecimentos, manifestando-se ao apresentar situações em um contexto no qual apresentem significado prático para esses estudantes.

A ACT cívica, relativa à compreensão de aspectos sociais relativos à ciência e à tecnologia, a partir das ideias de Shen (1975) e de Bocheco (2011), pode ter sido parcialmente favorecida pelas três características das QSC mobilizadas no desenvolvimento da intervenção pedagógica, visto que estudantes, em suas respostas à questão norteadora 4, por exemplo, apontaram diversos aspectos sociais relacionados com a QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste. Podemos ilustrar esta inferência com a resposta de A9 para a questão norteadora 4:

Econômico: prejudica os pescadores, pois é a fonte de renda deles e também os turistas não irão ir mais as praias. Político: a demora de distribuição de EPI's. Ético: as pessoas que se comoveram para ajudar a retirar o óleo e nem pensou na saúde. Poluição: mesmo retirando todo o óleo ainda vai ficar poluído.

Entretanto, entendemos que a ACT cívica foi favorecida em parte, considerando que nas respostas às questões norteadoras, não percebemos, mesmo que nas entrelinhas, uma articulação com as aplicações e implicações da ciência e da tecnologia na sociedade, mais especificamente, uma articulação entre o derramamento do óleo no litoral do Nordeste e a extração, produção e transporte do petróleo, articulação esta que poderia permitir aos estudantes a formulação de ideias críticas para compreender e se posicionar sobre aplicações e implicações da ciência e da tecnologia na sociedade (LORENZETTI et al., 2017).

Destacamos que este nível, conforme Shen (1975), torna o cidadão mais consciente das questões científicas, donde “[...] ele [o cidadão] e seus representantes possam aplicar seu bom senso e, dessa forma, participar mais plenamente nos

processos democráticos de uma sociedade cada vez mais tecnológica.” (p.266, tradução nossa).

Finalmente, observamos que a ACT cultural, aquela relativa à compreensão da natureza da ciência e da tecnologia, a partir das ideias de Shen (1975) e de Bocheço (2011), não foi possibilitada aos estudantes. Embora as características das QSC (aproximação de estudantes à situações reais; contextualização dos conteúdos; discussão de aspectos diversos) mobilizadas pela QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste, caso “Óleo pesado que boia” e pelo conjunto das questões norteadoras, no âmbito da intervenção pedagógica, pudessem favorecer este nível de ACT, destacamos que não foi considerada a abordagem de aspectos relativos à Natureza da Ciência e da Tecnologia, tais como, discussões sobre: relações CTS envolvidas na QSC; ciência e tecnologia como tipos de conhecimentos; aspectos relacionados ao desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico; e relações estabelecidas dentro da comunidade científica, conforme discute Alonso (2010).

Para Shen (1975) a alfabetização científica cultural é o entendimento da ciência como grande conquista humana, porém quando avaliamos esta afirmação, percebemos que essa “grande conquista humana” está entrelaçadas com suas pluralidades e complexidades, como os aspectos políticos, econômicos, éticos, filosóficos, culturais, ambientais e sociais, como defendidos por Santos e Mortimer (2009), Conrado e Nunes-Neto (2018).

Neste contexto, entendemos que, pela complexidade em desenvolver habilidades sobre a Natureza da Ciência e da Tecnologia, a QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste, o caso “Óleo pesado que boia” e o conjunto das questões norteadoras não foram suficientes para alcançar este nível.

Portanto, podemos dizer que não encontramos relações entre a ACT cultural e as características das QSC (aproximação de estudantes à situações reais; contextualização dos conteúdos; discussão de aspectos diversos) mobilizadas pela QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste, pelo caso “Óleo pesado que boia” e pelo conjunto das questões norteadoras, no âmbito da intervenção pedagógica.

Neste momento analítico, a partir das análises dos achados, tanto relativos aos efeitos da intervenção pedagógica, ou seja, à análise dos níveis de ACT de estudantes, como relativos à intervenção pedagógica propriamente dita, isto é, à avaliação das características das QSC mobilizadas, pudemos identificar, segundo Damiani et al. (2013, p. 63), os “pontos fracos e fortes da intervenção [...]”, os quais

nesta pesquisa correspondem, respectivamente, às contribuições e às limitações da intervenção pedagógica, sobre a QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste, na ACT de estudantes no ensino de Química.

Neste sentido, por um lado, como contribuições ou pontos fortes da intervenção pedagógica, a partir da QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste, na ACT de estudantes no ensino de Química, podemos destacar:

- 1) As questões norteadoras terem contribuído para o desenvolvimento da ACT prática de estudantes;
- 2) A QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste, o caso “Óleo pesado que boia” e pelo conjunto das questões norteadoras, terem oportunizado a mobilização de algumas das características das QSC, as quais foram: aproximação de estudantes às situações reais; contextualização dos conteúdos; discussão de aspectos diversos;
- 3) As características das QSC mobilizadas terem contribuído no desenvolvimento da ACT prática e no desenvolvimento parcial da ACT cívica.

Por outro lado, como limitações ou pontos fracos da intervenção pedagógica, a partir da QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste, na ACT de estudantes no ensino de Química, podemos destacar:

- 1) As questões norteadoras não terem contribuído para: estudantes expressarem claramente seus posicionamentos críticos frente a QSC; estudantes não realizarem o exercício de tomada de decisão; promover a articulação entre a QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste e as atividades científicas e tecnológicas nela envolvidas; a abordagem de aspectos relativos à NdCeT, como, por exemplo, relações CTS, a ciência e a tecnologia como tipos de conhecimentos, o desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico, e as relações dentro da comunidade científica (ALONSO, 2010);
- 2) Outras características das QSC não foram mobilizadas por meio da QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste, do caso “Óleo pesado que boia” e do conjunto das questões norteadoras, como, por exemplo, “[...] produção de escolhas no nível individual ou social; [...] análises de custo-benefício, nas quais os riscos interagem com os valores; [...] valores e raciocínio ético; [...]” (RATCLIFFE; GRACE, 2003, p. 2) (tradução nossa);
- 3) O desenvolvimento parcial da ACT cívica e o não desenvolvimento da ACT cultural.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho monográfico tivemos como objetivo analisar contribuições e limitações de uma intervenção pedagógica, sobre a QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste, na ACT de estudantes no ensino de Química. Nesta perspectiva: analisamos níveis de ACT de estudantes; avaliamos as características das QSC mobilizadas, e identificamos relações entre os níveis de ACT de estudantes e as características das QSC mobilizadas pela intervenção pedagógica.

Quanto aos níveis de ACT de estudantes, analisados a partir de suas respostas às questões norteadoras, identificamos o nível de ACT prática e evidências do nível de ACT cívica. Contudo, não encontramos indícios do nível de ACT cultural.

A partir da QSC Derrame de óleo nas praias do Nordeste, do caso Óleo pesado que boia e das questões norteadoras, três características das QSC foram mobilizadas, as quais foram: aproximação de estudantes às situações reais; contextualização dos conteúdos; e discussão de aspectos diversos.

Ao identificarmos relações entre os níveis de ACT de estudantes e as características das QSC mobilizadas, percebemos que: a ACT prática de estudantes, pode ter sido favorecida pelas três características das QSC mobilizadas no desenvolvimento da intervenção pedagógica; a ACT cívica de estudantes pode ter sido parcialmente favorecida pelas três características das QSC mobilizadas no desenvolvimento da intervenção pedagógica; e a ACT cultural não foi possibilitada por esses estudantes.

Portanto, como contribuições da intervenção pedagógica destacamos o desenvolvimento do nível de ACT prática e a mobilização de algumas das características das QSC, tais como: aproximação de estudantes às situações reais; contextualização dos conteúdos; e discussão de aspectos diversos. E como limitações da intervenção pedagógica, destacamos o fato desta não contribuir, por exemplo, para a abordagem de aspectos relativos à NdCeT, o que pode ter refletido no fato de não termos identificado o desenvolvimento do nível de ACT cultural por estudantes.

A partir desses resultados, podemos destacar algumas contribuições desta pesquisa para a área de Ensino de Química, como, por exemplo, o uso de QSC para o desenvolvimento da ACT prática de estudantes que participaram da pesquisa, e o uso da pesquisa do tipo intervenção pedagógica como alternativa teórico-metodológica para as pesquisa nesta área.

Chamamos atenção para alguns limites desta pesquisa. Infelizmente nenhum estudante respondeu à questão central do caso. Isso pode ter ocorrido pelo fato do professor não dispor de tempo suficiente para realização das atividades por completo, sendo necessário abrir mão de algumas etapas, como, por exemplo, reprodução de vídeos, discussão e avaliação mais detalhada das notícias, a realização de seminários para apresentação das escolhas desses estudantes, e o debate sobre possíveis soluções ao caso.

Por fim, podemos dizer que a pesquisa desenvolvida e discutida neste trabalho monográfico traz algumas inquietudes que podem se constituir em novas questões de pesquisa, e uma delas se refere ao nível de ACT cultural. Portanto, analisar como uma intervenção pedagógica, a partir das QSC, favorece o desenvolvimento dos três níveis de ACT de estudantes, pode se constituir como um promissor objeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A.; MARTÍN, M; OLIVA, J. M. *et. al.* Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Madrid, v. 02, n. 02, p. 121-140, 2005. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92020201>>. Acesso em: 23 set. 2020.
- ALONSO, A. V. Importância da alfabetização científica e do conhecimento acerca da natureza da Ciência e da Tecnologia para a formação do cidadão. *In*: MACIEL, M. D.; AMARAL, C. L. C.; GUAZELLI, I. R. B (Orgs.). **Ciência, tecnologia e sociedade: pesquisa e ensino**. São Paulo: Terracota, 2010.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológico para quê?. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 03, n. 02, p. 122-134, 2001.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Editora EDIÇÃO 70, 1977.
- BOCHECO, Otávio. **Parâmetros para a abordagem de evento no enfoque CTS**. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/95281/294999.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 27 jan. 2020.
- BRASIL. **Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, Brasília, DF: Presidência da República, [1996]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>. Acesso em: 10 mai. 2020.
- BRASIL. **Resolução nº3, de 21 de novembro de 2018**. Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Diário Oficial da União, Brasília, 22 de novembro de 2018, Seção 1, p.21. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit_e.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2020.
- BRUM, H. D.; CAMPOS-SILVA, J. V.; OLIVEIRA, E. G. Brazil oil spill response: Government inaction. **Science**. v.367, n. 6474, p. 155-156, 2020. Disponível em: <<https://science.sciencemag.org/content/367/6474/155.3>>. Acesso em: 25 set. 2020.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino de Ciências**. 1. ed. São Paulo: CORTEZ, 2005.
- CARVALHO, A. N. P. Habilidades de professores para promover a enculturação científica. **Contexto & Educação**, Ijupi, v. 22, n. 77, p. 25-49, 2007.
- CASTRO, R. F. de.; DAMIANI, M. F. Uma intervenção sobre a escrita acadêmica: o que dizem as estudantes de Pedagogia à distância? **Revista Educação**, v. 42, n. 1, p. 85-98, jan./abr. 2017. Disponível em:

<<https://periodicos.ufsm.br/reeducacao/article/view/22337/pdf>>. Acesso em: 19 de agosto de 2020.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, 2003.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. Questões sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos do ensino de ciências. *In: Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas*. 1. ed. Salvador: EDUFBA, p. 77-118, 2018.

DAMIANI, M. F. Sobre pesquisas do tipo intervenção. *In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICAS DE ENSINO*, 17., 2012, **Anais** [...]. Campinas: FE/UNICAMP, 2012. p. 1-9. Disponível em: <<http://endipe.pro.br/ebooks-2012/2345b.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2020.

DAMIANI, M. F.; ROCHEFORT, R. S.; CASTRO, R. F.; DARIZ, M. R.; PINHEIRO, S. S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. *Cadernos de Educação*, n.45, p.57-67, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/view/3822/3074> >. Acesso em: 01 set. 2020.

DÍAZ, M. J. M. Enseñanza de las ciencias ¿Para qué? **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Madrid, v. 01, n. 02, p.57-63, 2002. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1253627>>. Acesso em: 22 set. 2020.

DÍAZ, A. A. La tecnología em las relaciones CTS. Una aproximación al tema. **Enseñanza de las Ciencias**, Madrid, v. 14, n. 01, p. 35-44, 1996.

DÍAZ, A. A.; ALONSO, A. V.; MAS, M. A. M. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Madrid, v. 02, n. 02, p. 80-111, 2003.

DÍAZ A. A.; MAS, M. A. M.; ALONSO, A. V. Orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía: un desafío educativo para el siglo XX. *In: MEMBIELA, P.; PADILLA, Y. (Orgs.). Colección Enseñanza de las ciencias*, Editora EDUCACIÓN, 2005. ISBN 84-689-3283-3. Disponível em: <<http://aia-cts.web.ua.pt/wp-content/uploads/2013/07/RetosyperspectivasCTS.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2020.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido** [recurso eletrônico]. 1. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013. Edição Kindle.

FREITAS, M. T. A. A pesquisa de abordagem histórico-cultural: um espaço educativo de constituição de sujeitos. **Revista Teias**, v. 10, n. 19, p. 1-12, jul. 2009. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/revistateias/article/view/24057>>. Acesso em: 07 jun. 2020.

FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? **Investigações no Ensino de Ciências**, v. 08, n. 02, p. 108-123, 2003.

GENOVESE, C. L. C. R.; GENOVESE, L. G. R.; CARVALHO, W. L. P. Questões sociocientífica: origem, características, perspectivas e possibilidades de implementação no ensino de ciências a partir dos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, Amazônia, v. 15, n. 34, p. 05-17, jun-dez. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/6589/6029>>. Acesso em: 20 set. 2020.

HODSON, D. Realçando o papel da ética e da política na educação científica: algumas considerações teóricas e práticas sobre questões sociocientíficas. *In*: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. 1. ed. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 27-57, 2018.

KOLSTO, S. D. Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. **Science Education**, 85 (3), p. 291-310, 2001. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.1011>>. Acesso em: 16 dez. 2019.

LORENZETTI, L. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/79312/161264.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 25 ago. 2020.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **ENSAIO – Pesquisas em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 03, n. 01, p. 45-61, jan./jun. 2001.

MENDES, M. R. M; SANTOS, W. L. P. Argumentação em discussões sociocientíficas. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 621-643, dez. 2013. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/117/81>>. Acesso em: 01 set. 2020.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **CADERNO CATARINENSE DE ENSINO DE FÍSICA**, v. 12, n. 03, p. 164-214, dev. 1995. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084>>. Acesso em: 10 mai. 2020.

MILARÉ, T; RICHETTI, G, P. ALVES FILHO, J. P. Alfabetização científica no ensino de química: uma análise dos temas da seção química e sociedade da revista química nova na escola. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 31, n. 03, p. 165-171, ago. 2009. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_3/03-QS-0809.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2020.

MOURA, B. A. O que é natureza da ciência e qual sua relação com a história e filosofia da ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 07, n. 1, p. 32-46, jan./jun. 2014. Disponível em: <https://www.sbhc.org.br/arquivo/download?ID_ARQUIVO=1932>. Acesso em: 21 set. 2020.

PENICK, J. E. Ensinando “alfabetização científica”. **Educar**, Curitiba, n. 14, p. 91-113, 1998. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/educar/article/view/2031/1683>>. Acesso em: 21 set. 2020.

PÉREZ, L. F. M. **Questões sociocientíficas na prática docente: ideologias, autonomia, e formação de professores**. São Paulo. Editora Unesp, 2012.

PÉREZ, D. G.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, São Paulo, v. 07, n. 02, p. 125-153, 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n2/01.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2020.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico** [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico / Cleber Cristiano Prodanov, Ernani Cesar de Freitas. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RATCLIFFE, M.; GRACE, M. **Science education for citizenship: teaching Socio-scientific issues**. 1. ed. Philadelphia. Maidenhead: Open University Press, 2003.

ROSA, K.; MARTINS, M. C. O que é alfabetização científica, afinal? *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. **Atas eletrônicas [...]**. São Paulo. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0011-1.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2020.

SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Estudos de caso em química. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/qn/v30n3/38.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2020.

SANTOS, P. G. F.; LOPES, N. C.; CARNIO, M. P.; CARVALHO, L. M. O.; CARVALHO, W. L. P. A abordagem de questões sociocientíficas no ensino de ciências: uma compreensão das sequencias didáticas propostas por pesquisas na área. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUEISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8.; CONGRESSO IBEROAMERICANO DE INVESTIGACION EN ENSEÑANZA DE LAS CIÊNCIAS, 1., 2011, **Atas eletrônicas [...]**. Campinas: UNICAMP, 2011. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0847-1.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2020.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.14, n. 2, p. 191-2018, 2009. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/355/222>>. Acesso em: 20 set. 2020.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. N., P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 01, p. 59-77, 2011.

SILVA, S. M. B.; SANTOS, W. L. P. Questões sociocientíficas e o lugar da moral nas pesquisas em ensino de ciências. **Interações**, n. 31, p. 124-148, 2014. Disponível em: <<https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/6374>>. Acesso em: 24 set. 2020.

SHEN, B. S. P. Science Literacy: Public understanding of science is becoming vitally needed in developing and industrialized countries alike. **American Scientist**. v. 16, n. 03, p. 265-268, 1975. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/27845461?seq=1>>. Acesso em: 25 ago. 2020.

SILVA, R.R. da; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. *In*: SANTOS, W. L. P. dos.; MALDANER, O. A (Orgs.). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2010.

TEIXEIRA, F. M. Alfabetização científica: questões para reflexão. **Ciência Educação**, Bauru, v. 19, n. 04, p. 794-809, 2003.

ZEIDLER, D. L.; SADLER, T. D.; SIMMONS, M. L.; HOWES, E. V. Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education. **Science Education**, v. 89 (3), p. 357-377, 2005. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.20048>>. Acesso em: 25 set. 2020.

ZEIDLER, D. L.; NICHOLS, B. H. Socioscientific issues: theory and practice. **Journal of Elementary Science Education**, v. 21, n. 2, p. 49-58, 2009. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF03173684>>. Acesso em: 25 set. 2020.

ZEIDLER, D. L.; HERMAN, B. C.; SADLER, T. D. New orientations in socioscientific issues research. **Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research**. v. 1, n. 11, p. 1-9, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s43031-019-0008-7>>. Acesso em: 25 set. 2019.