



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



JANAÍNA SANTANA DA SILVA

**ABORDAGEM DA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA POLUIÇÃO POR PLÁSTICOS  
NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA ANÁLISE DE CONTRIBUIÇÕES E LIMITAÇÕES  
PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DE ESTUDANTES**

Recife/PE

2020

JANAÍNA SANTANA DA SILVA

**ABORDAGEM DA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA POLUIÇÃO POR PLÁSTICOS  
NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA ANÁLISE DE CONTRIBUIÇÕES E LIMITAÇÕES  
PARA A 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 obrigatório para obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ruth do Nascimento Firme.

Recife/PE

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)

---

S586a

Silva , Janaína Santana da

Abordagem da questão sociocientífica poluição por plásticos no ensino de química: uma análise de contribuições e limitações para a alfabetização científica e tecnológica de estudantes / Janaína Santana da Silva . - 2020.

87 f. : il.

Orientadora: Ruth do Nascimento Firme.

Inclui referências e apêndice(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Licenciatura em Química, Recife, 2020.

1. Ensino de química. 2. Alfabetização científica e tecnológica. 3. Questão sociocientífica. 4. Poluição por plásticos. I. Firme, Ruth do Nascimento, orient. II. Título

CDD 540

---

JANAÍNA SANTANA DA SILVA

**ABORDAGEM DA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA POLUIÇÃO POR PLÁSTICOS  
NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA ANÁLISE DE CONTRIBUIÇÕES E LIMITAÇÕES  
PARA A 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 obrigatório para obtenção do título de Licenciada em Química.

**Monografia apresentada e aprovada em:** 05/11/2020

**Banca examinadora:**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ruth do Nascimento Firme  
(Orientadora – Presidente/UFRPE)

---

Prof<sup>a</sup>. Ms. Wilka Karla Martins do Vale  
(Examinadora Externa/ UFRPE)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Angela Fernandes Campos  
(Examinadora Interna/ UFRPE)

*Aos meus pais, Inês Arlinda e José Pedro, que são verdadeiras motivações e inspirações, meu porto seguro e a base de tudo.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me concedido força, sabedoria, discernimento e proteção ao longo desta jornada. Sem sua presença em minha vida não teria sido possível concretizar esta etapa.

Aos meus pais, Inês Arlinda e José Pedro e ao meu irmão, José Vitor, por terem me apoiado e incentivado no decorrer desta caminhada repleta de dificuldades, desafios e conquistas.

A toda minha família e amigos pelo apoio prestado durante este período.

A minha orientadora professora Ruth Firme, por acreditar em mim como futura docente e pesquisadora. E por todo seu empenho e dedicação ao longo desta pesquisa, suas orientações e ensinamentos foram primordiais para minha formação profissional e evolução pessoal.

Aos professores da graduação por todo conhecimento discutido e compartilhado ao longo desta trajetória, pelas experiências únicas vividas que contribuíram imensamente e de forma enriquecedora em minha formação docente.

Aos colegas da graduação por todo conhecimento, experiências e momentos compartilhados ao longo deste período.

A professora da escola, a qual estagiei, que permitiu que esta pesquisa fosse desenvolvida em sua sala de aula. E a todos os alunos que participaram, as suas contribuições foram essenciais. Sem eles não seria possível apresentar os resultados desta pesquisa.

E por fim, agradeço imensamente a todos que contribuíram para a concretização desta trajetória.

*Como professor devo saber que sem a curiosidade que me move, que me inquieta, que me insere na busca, não **aprendo** nem **ensino**. Exercer a minha curiosidade de forma correta é um direito que tenho como gente e a que corresponde o dever de lutar por ele, o direito à curiosidade.*

*Freire (2002, p.33)*

## RESUMO

Neste trabalho monográfico temos o objetivo de analisar contribuições e limitações de uma intervenção pedagógica com abordagem da Questão Sociocientífica (QSC) Poluição por plásticos para a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) de estudantes. Nesta perspectiva, desenvolvemos uma pesquisa do tipo intervenção pedagógica, seguimos uma abordagem qualitativa dos dados, e contamos com a participação de vinte e dois estudantes da 3<sup>o</sup> série do ensino médio de uma escola pública da rede estadual de Pernambuco. Seguimos três etapas metodológicas: 1) planejamento da intervenção pedagógica; 2) desenvolvimento da intervenção pedagógica; e 3) análise dos dados. Os instrumentos de coleta de dados foram as perguntas relativas ao caso intitulado “O maior desafio ambiental do século XXI”, e seis questões norteadoras. Com base nas análises realizadas, podemos destacar contribuições e limitações da intervenção pedagógica com abordagem da QSC Poluição por plásticos para a ACT dos estudantes. Entre as contribuições destacamos as questões norteadoras e as atividades desenvolvidas na intervenção pedagógica, visto que identificamos nas respostas dos estudantes os níveis de ACT prática e de ACT cívica. Entre as limitações, apontamos o tempo dedicado à abordagem do caso, visto que não foi suficiente para o desenvolvimento de discussões capazes de mobilizar os demais aspectos sociocientíficos que estavam associados a problemática em questão, uma vez que não percebemos avanços significativos nas respostas dos estudantes para as questões do caso, no início e no final da intervenção, e o fato do caso, das questões norteadoras e das atividades desenvolvidas não envolverem aspectos que pudessem promover o nível de ACT cultural.

**Palavras-chave:** Ensino de química, Alfabetização científica e tecnológica, Questão sociocientífica, Poluição por plásticos.



## ABSTRACT

In this monographic work, we aim to analyze the contributions and limitations of a pedagogical intervention with approach of the Socioscientific Issue (SSI) Pollution by plastics for the Scientific and Technological Literacy (STL) of students. In this perspective, we developed a research of the pedagogical intervention type, we followed a qualitative approach of the data, and we counted with the participation of twenty-two students of the 3rd grade of the high school of a public school of the state network of Pernambuco. We followed three methodological steps: 1) planning the pedagogical intervention; 2) development of pedagogical intervention; and 3) data analysis. The data collection instruments were the asks related to the case entitled "The greatest environmental challenge of the 21st century", and six guiding questions. Based on the analyzes carried out, we can highlight contributions and limitations of the pedagogical intervention with of SSI Pollution by plastics approach to the students STL. Among the contributions, we highlight the guiding questions and the activities developed in the pedagogical intervention, since we identified in the students responses the levels of practical STL and civic STL. Among the limitations, we point out the time dedicated to addressing the case, since it was not enough for the development of discussions capable of mobilizing the other socioscientific aspects that were associated with the issue in question, since we do not perceive significant advances in the students responses to the questions of the case, at the beginning and at the end of the intervention, and the fact that the case, the guiding questions and the activities developed do not involve aspects that could promote the level of cultural STL.

Keywords: Chemistry teaching, Scientific and technological literacy, Socioscientific issue, Pollution by plastics.

## **LISTA DE ESQUEMAS**

<b>Esquema 1</b> – Roteiro do método de pesquisa do tipo intervenção pedagógica .....	40
<b>Esquema 2</b> – Momentos da intervenção .....	45

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Níveis de ACT .....	30
<b>Quadro 2</b> – O caso .....	42
<b>Quadro 3</b> – Questões norteadoras trabalhadas na intervenção pedagógica.....	44
<b>Quadro 4</b> – Resoluções propostas para o caso pelos grupos de estudantes no primeiro momento da intervenção pedagógica .....	51
<b>Quadro 5</b> – Respostas dos alunos para a primeira questão norteadora no primeiro momento da intervenção.....	52
<b>Quadro 6</b> – Respostas dos alunos para a segunda questão norteadora no primeiro momento da intervenção.....	54
<b>Quadro 7</b> – Respostas dos alunos para a terceira questão norteadora no primeiro momento da intervenção.....	55
<b>Quadro 8</b> – Respostas dos alunos para a quarta questão norteadora no primeiro momento da intervenção.....	57
<b>Quadro 9</b> – Respostas dos alunos para a quinta questão norteadora no primeiro momento da intervenção.....	58
<b>Quadro 10</b> – Respostas dos alunos para a sexta questão norteadora no primeiro momento da intervenção.....	60
<b>Quadro 11</b> – Resoluções propostas para o caso pelos grupos de estudantes no quarto momento da intervenção pedagógica.....	61
<b>Quadro 12</b> – Respostas dos alunos para a primeira questão norteadora no quarto momento da intervenção.....	63
<b>Quadro 13</b> – Respostas dos alunos para a segunda questão norteadora no quarto momento da intervenção.....	64
<b>Quadro 14</b> – Respostas dos alunos para a terceira questão norteadora no quarto momento da intervenção.....	66
<b>Quadro 15</b> – Respostas dos alunos para a quarta questão norteadora no quarto momento da intervenção.....	67
<b>Quadro 16</b> – Respostas dos alunos para a quinta questão norteadora no quarto momento da intervenção.....	69
<b>Quadro 17</b> – Respostas dos alunos para a sexta questão norteadora no quarto momento da intervenção.....	70

<b>Quadro 18 – Relação entre habilidades e as Atividades desenvolvidas na intervenção pedagógica .....</b>	<b>74</b>
--	-----------

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Aluno
AC	Alfabetização Científica
ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
ASC	Aspectos Sociocientíficos
AT	Alfabetização Tecnológica
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CPA	Conceitual, Procedimental e Atitudinal
CT	Ciência e Tecnologia
CTS	Ciência-Tecnologia-Sociedade
GP	Grupo
ONU	Organização das Nações Unidas
QSC	Questões Sociocientíficas
SSI	Socioscientific Issues

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO 1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>22</b>
1.1 UM BREVE HISTÓRICO DA INCLUSÃO DA ACT E QSC NO CURRÍCULO DE CIÊNCIAS.....	22
1.2 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	23
<b>1.2.1. Propondo Níveis de ACT com base nas concepções de AC e AT</b> .....	<b>28</b>
1.3 ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA PROMOVER A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DE ESTUDANTES .....	31
<b>1.3.1 A abordagem de QSC: Mobilização de Habilidades e de Aspectos Sociocientíficos</b> .....	<b>34</b>
1.4 A ACT E AS QSC NO CURRÍCULO DE CIÊNCIAS E NA BNCC.....	36
<b>CAPÍTULO 2. METODOLOGIA</b> .....	<b>38</b>
2.1 MÉTODO DA INTERVENÇÃO .....	40
2.2 MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO .....	47
<b>2.2.1 Análise dos achados referentes aos efeitos da intervenção pedagógica</b> .....	<b>48</b>
<b>2.2.2 Análise dos achados referentes às características da intervenção pedagógica propriamente dita</b> .....	<b>48</b>
<b>CAPÍTULO 3. OS ACHADOS</b> .....	<b>50</b>
3.1 ACHADOS RELATIVOS AOS EFEITOS DA INTERVENÇÃO.....	50
<b>3.1.1 Análise das repostas dos alunos para a solução do caso e para as questões norteadoras no primeiro momento da intervenção pedagógica</b> .....	<b>50</b>
<b>3.1.2 Análise das repostas dos alunos para a solução do caso e para as questões norteadoras no quarto momento da intervenção pedagógica</b> .....	<b>61</b>
3.2 ACHADOS RELATIVOS ÀS CARACTERÍSTICAS DA INTERVENÇÃO PROPRIAMENTE DITA .....	72
<b>3.2.1 Avaliação das potencialidades e limitações das questões norteadoras na mobilização de aspectos sociocientíficos</b> .....	<b>72</b>

<b>3.2.2 Avaliação da mobilização de habilidades a partir do desenvolvimento das atividades desenvolvidas na intervenção pedagógica .....</b>	<b>74</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>79</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>81</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>85</b>
<b>APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....</b>	<b>85</b>
<b>APÊNDICE B - FICHA UTILIZADA NA AULA EXPERIMENTAL .....</b>	<b>86</b>

## INTRODUÇÃO

Os avanços científicos e tecnológicos proporcionaram uma série de transformações na sociedade, que podem refletir em mudanças nos aspectos sociais, ambientais, políticos e econômicos presentes na sociedade. Por parte da sociedade a ciência e a tecnologia são tidas como grandes propulsoras da evolução e desenvolvimento humano, considerando apenas a ideia de progresso e desconsiderando os riscos e problemas que podem causar (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

Diante das contribuições do desenvolvimento científico e tecnológico, destacamos, por exemplo, a relevância dos aparatos tecnológicos, serviços e metodologias que são previstos na Lei nº 13.146/2015, referente ao Estatuto da pessoa com deficiência, quanto à assistência que podem prestar no âmbito educacional, às pessoas que possuem deficiências ou mobilidade reduzida, as quais podem fazer uso da tecnologia assistida (ajuda técnica) objetivando sua autonomia, participação e inclusão social, inclusive na sala de aula.

Embora a população tenha acesso as informações disseminadas pelos canais de comunicação em massa, a respeito de pontos preocupantes e problemas socioambientais, como a poluição por plástico, que o desenvolvimento científico e tecnológico pode causar, ainda assim as pessoas não conseguem vislumbrar a dimensão desses problemas. Fazendo com que seja cada vez mais necessário que, além do acesso as informações sobre os avanços científicos e tecnológicos e o conhecimento do uso e manuseio dos aparatos tecnológicos, os cidadãos possuam condições de avaliar e participar de tomadas de decisões de questões relativas a ciência e a tecnologia, para mobilizar em suas discussões aspectos sociais, científicos, éticos, culturais, ambientais, políticos e econômicos envolvidos, visando o melhor uso dos efeitos do desenvolvimento científico e tecnológico para seu cotidiano, e trazendo à tona a dimensão social do desenvolvimento científico-tecnológico (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

Os avanços da ciência e tecnologia são capazes de solucionar problemas, e podem proporcionar a visão de novos universos para os cidadãos, porém nem todas as pessoas compreendem ou sabem fazer uso das ferramentas e técnicas relativas a essas duas áreas, como verificar o consumo de energia de determinado aparelho ou até o seu funcionamento técnico, e interpretar de rótulos de alimentos. Tais saberes



refletem na necessidade de se compreender e aplicar os conhecimentos científicos e tecnológicos no cotidiano e em decisões que envolvam toda a sociedade (BRASIL, 2018).

É neste contexto que desenvolvemos esta pesquisa, na qual discutimos a respeito da transformação que a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) pode promover na vida dos cidadãos, considerando, por exemplo, a necessidade de se compreender por parte dos cidadãos as aplicações e consequências dos avanços, em seus benefícios e malefícios para a sociedade, e da participação na tomada de decisão sobre questões relativas a ciência e a tecnologia. Considerando a relevância da participação democrática dos cidadãos nos processos de tomada de decisão quanto as problemáticas sociais, destacamos a ACT com o propósito de democratizar conhecimentos relativos a ciência e tecnologia na sociedade, divulgando-os e popularizando-os (AULER, DELIZOICOV, 2001).

Portanto, nesta pesquisa a ACT é assumida como uma condição que pode possibilitar ao indivíduo a participação dele em processos de tomadas de decisões sobre problemáticas sociais relativas a ciência e tecnologia.

Para promover a ACT dos estudantes no ensino de ciências, propomos a abordagem de Questões Sociocientíficas (QSC) como estratégia didática condutora de uma intervenção pedagógica, visto que essas questões envolvem aspectos sociais, científicos, tecnológicos, éticos, econômicos, ambientais, culturais, políticos, com o objetivo de promover a participação ativa dos estudantes nas discussões em sala de aula, contribuindo assim para seu desenvolvimento social e pessoal (PÉREZ, 2012).

Para Conrado e Nunes-Neto (2018), a abordagem de QSC em sala de aula está articulada a três aspectos: caso ou histórias, questões norteadoras e objetivos de aprendizagem. O caso é uma primeira aproximação dos estudantes à problemática, as questões norteadoras possibilitam a exploração do caso e a mobilização dos aspectos sociocientíficos envolvidos, e estão relacionadas aos objetivos de aprendizagem delineados (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

As QSC são temas atuais recorrentemente abordadas pela mídia (PÉREZ, 2012). Nos últimos anos uma QSC que vem sendo frequentemente discutida no cenário mundial é a poluição por plásticos, visto que, a Organização das Nações

Unidas Meio Ambiente (ONU)<sup>1</sup> destaca que, cerca de 8 a 13 milhões de toneladas de resíduos plásticos chegam aos oceanos causando não só a poluição das águas, mas a morte, em média, de 100 mil animais marinhos e de 1 milhão de aves a cada ano.

A revista *National Geographic*<sup>2</sup> destaca que durante o período da pandemia do Covid-19, neste ano de 2020, o consumo de plásticos aumentou. Foi registrado por imagens, que circulam nas redes sociais, a grande poluição causada por plásticos descartáveis como luvas e máscaras em praias e mares, os quais, provavelmente, foram utilizados para a proteção contra o Covid-19. Objetos que deveriam ser utilizados para salvar vidas, vêm contribuindo para o aumento da poluição, ameaçando a vida marinha e o meio ambiente, devido o seu descarte inadequado.

É nesse cenário que destacamos a poluição por plásticos como uma QSC que implica na tomada de decisão, provoca controvérsias, envolve dilemas sociais e os aspectos científicos, tecnológicos, ambientais, culturais, éticos, políticos e econômicos. (PÉREZ, 2012; REIS; GALVÃO, 2005; SADLER, 2004). Vale destacar que temas atuais e polêmicos presentes na sociedade, como, por exemplo, a poluição por plásticos, envolvem conceitos científicos e podem ser desenvolvidos em aulas de ciências como uma forma de envolver os alunos nas discussões e favorecer o desenvolvimento deles tanto social quanto pessoal (PERÉZ; CARVALHO, 2012).

Quanto aos aspectos científicos, a partir da QSC Poluição por plásticos, diferentes conteúdos podem ser abordados, como, por exemplo, o conteúdo de Polímeros, e mais especificamente: o conceito de polímeros; fatos históricos sobre os polímeros; polímeros sintéticos e naturais; termofixos e termoplásticos; polímeros de adição, de adição 1,4 e de condensação; reação de copolímeros; tipos de polímeros; plásticos biodegradáveis e verde; e microplásticos

De acordo com o documento oficial nacional que trata das áreas de ensino, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2017, a área de ensino das ciências da natureza e suas tecnologias tem como objetivo promover o letramento científico das

---

<sup>1</sup> ONU. Organização das Nações Unidas. **ONU Meio Ambiente e Família Schurmann promovem expedição que documentará poluição plástica**. 2019. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/83622-onu-meio-ambiente-e-familia-schurmann-promovem-expedicao-que-documentara-poluicao-plastica>>. Acesso em: 25 out. 2020.

<sup>2</sup> CHAMORRO, P. Luta contra plásticos descartáveis é atropelado durante a pandemia. **Revista National Geographic**, jul. 2020. Disponível em: <<https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2020/07/plastico-descartavel-covid-19-pandemia-reciclagem-saude-catadores-sacola>>. Acesso em: 16 out. 2020.

peças, para que desenvolvam habilidades para interpretar e compreender o mundo em seus aspectos natural, social e tecnológico, desenvolver nova visão de mundo, exercer tomada de decisão, identificar problemáticas sociais, analisar os aspectos nelas envolvidos, propor soluções pertinentes e transformar o mundo com base nos conhecimentos científicos.

Para a participação democrática a respeito de temas controversos que envolvem ciência, tecnologia e sociedade, Cross e Price (2002) elencam as seguintes habilidades: 1) entendimento dos argumentos, que se refere à compreensão das justificativas na defesa dos posicionamentos; 2) julgamento da posição dos especialistas, relativo às justificativas científicas serem ou não suficientes para a discussão; 3) investigação na literatura e no campo, que envolve a busca por fontes de informações para fundamentar posicionamentos e trazer novos fatos para o debate; 4) participação democrática nas tomadas de decisões (CROSS; PRICE, 2002; LOPES, 2010).

Neste sentido, considerando as QSC como estratégia didática para promover a ACT dos estudantes no ensino de química, conduzimos este trabalho monográfico a partir do seguinte problema de pesquisa: Quais são as contribuições e limitações de uma intervenção pedagógica com abordagem da QSC Poluição por plásticos, para a ACT de estudantes?

Em busca de resposta para o problema de pesquisa em tela, elencamos como objetivo geral analisar contribuições e limitações de uma intervenção pedagógica com abordagem da QSC Poluição por plásticos para a ACT de estudantes.

Para o atendimento ao objetivo geral delineado, desenvolvemos uma pesquisa do tipo intervenção pedagógica. Este tipo de pesquisa envolve o planejamento e implementação de uma intervenção pedagógica (método da intervenção) e a avaliação dos efeitos que ela tenha causado (método da avaliação da intervenção) (DAMIANI, *et al.*, 2013).

Vale destacar que, segundo Damiani *et al.* (2013), o método de avaliação da intervenção envolve duas dimensões para os achados da pesquisa: achados relativos aos efeitos da intervenção sob seus participantes e os achados relativos à intervenção propriamente dita.

Portanto, considerando as duas dimensões dos achados propostas pela pesquisa do tipo intervenção – os achados relativos aos efeitos da intervenção sob seus participantes e os achados relativos à intervenção propriamente dita –, e

buscando o atendimento ao objetivo geral delineado, delimitamos como objetivos específicos desta pesquisa:

- ✓ Identificar as concepções prévias dos estudantes sobre a Poluição por plásticos.
- ✓ Analisar as compreensões dos estudantes sobre Poluição por plásticos após o desenvolvimento da intervenção pedagógica.
- ✓ Avaliar potencialidades e limitações das questões norteadoras na mobilização de aspectos sociocientíficos envolvidos na respectiva QSC.
- ✓ Avaliar a mobilização de habilidades a partir das atividades desenvolvidas na intervenção pedagógica.

Nesta pesquisa adotamos a abordagem de QSC e a ACT como objetos de estudo, considerando-as como possibilidades para formação de cidadãos capazes de participar em tomadas de decisões a respeito de problemáticas sociais que envolvam a ciência e a tecnologia, e destacando a ACT como um dos objetivos da área das ciências da natureza e suas tecnologias.

Adicionalmente, vale ressaltar que a pesquisadora e autora deste trabalho monográfico teve o primeiro contato com a abordagem de QSC durante o período da graduação, e mais especificamente, ao cursar alguns componentes curriculares do curso, e foi a partir desse contato e de sua identificação com essa abordagem, que decidiu adotá-la na realização desta pesquisa.

Almejamos que os resultados desta pesquisa contribuam para discussões sobre as QSC e a ACT tanto no âmbito da formação de professores de Química como no Ensino de Química na educação básica.

Este trabalho monográfico é composto por quatro capítulos. O primeiro capítulo consiste na fundamentação teórica que sustenta a pesquisa. Nele: apresentamos conceitos, significados e níveis de ACT, com base nos pressupostos destacados por autores como Auler e Delizoicov (2001), Acevedo Díaz, Alonso e Manassero-Mas (2003), Chassot (2003), Shen (1975) e Bocheco (2011); destacamos a abordagem de QSC como estratégia didática para promover a ACT dos estudantes, seguindo os pressupostos destacados por autores como Conrado e Nunes-Neto (2018), Pérez (2012), Ratcliffe e Grace (2003) e Reis e Galvão (2005); e discutimos sobre a ACT e a abordagem de QSC no currículo do ensino de ciências, e na Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

No segundo capítulo descrevemos a trajetória metodológica desta pesquisa. Neste capítulo apresentamos as características teóricas e metodológicas de uma pesquisa do tipo intervenção pedagógica, bem como, as etapas de elaboração e aplicação da intervenção didática, os instrumentos de coleta de dados, e procedimentos de análise dos dados coletados.

O terceiro capítulo consiste na análise dos dados coletados. Neste sentido, discutimos os achados relativos aos efeitos da intervenção pedagógica e às características da intervenção pedagógica propriamente dita.

Por fim, apresentamos algumas considerações finais da pesquisa, abordando resultados principais, limitações da pesquisa, contribuições para a área de ensino de Química e questões futuras para novas pesquisas.

## CAPÍTULO 1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo discutimos pressupostos teóricos que regem esta pesquisa, os quais envolvem a abordagem de Questões Sociocientíficas (QSC) como estratégia didática no desenvolvimento da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) no ensino de ciências. Mais especificamente discutimos sobre: breve histórico da inclusão da ACT e QSC no currículo de ciências; a ACT no ensino de ciências; a abordagem de QSC como estratégia didática para promover a alfabetização científica e tecnológica de estudantes; e sobre a ACT e as QSC previstas no currículo de ciências e na BNCC.

### 1.1 UM BREVE HISTÓRICO DA INCLUSÃO DA ACT E QSC NO CURRÍCULO DE CIÊNCIAS

A ciência foi incluída nos currículos de ensino da Europa e dos Estados Unidos durante o século XIX. No início do século XX surgiram gradativamente justificativas que sustentavam a relevância da educação científica para a sociedade, evidenciando as contribuições para a melhor compreensão do mundo sob a perspectiva dos indivíduos que compõem a sociedade (DeBOER, 2000).

A necessidade da inclusão da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) como parte essencial para a educação básica e para todas as pessoas, vem se tornando alvo de discussões a um longo tempo, sendo propostas nos debates educacionais em diferentes países desde a década de noventa do século passado (ACEVEDO DÍAZ; ALONSO; MANASSERO-MAS, 2003).

Após a Segunda Guerra Mundial foi desencadeada a necessidade de modificar a abordagem da educação científica, e para atender as implicações deste novo cenário, os objetivos de ensino de ciências começaram a ser direcionados para a alfabetização científica, com pretensões de ampliar a compreensão da ciência e do desenvolvimento científico (DeBOER, 2000).

Paul DeHart Hurd foi o primeiro pesquisador a fazer uso do termo *Scientific literacy* em seu livro intitulado “*Science Literacy: Its Meaning for American Schools*”, publicado em 1958, ao se referir aos novos objetivos do ensino de ciências (SASSERON; CARVALHO, 2011; DeBOER, 2000; LAUGKSCH, 2000).

O desenvolvimento da abordagem de Questões Sociocientíficas (QSC) no ensino de ciências é recente no Brasil, embora internacionalmente discussões sobre esta abordagem venham acontecendo a algum tempo.

Santos, Silva e Silva (2018) discutem uma pesquisa que foi realizada em 2002, na qual é relatado que os temas sociocientíficos eram recomendados e incorporados no currículo escolar brasileiro, mas ainda não eram vistos como questões controversas.

Baseados em Levinson (2006), estes autores destacam que as questões controversas foram introduzidas por volta dos anos de 1970 em um projeto no currículo de humanas em escolas da Inglaterra, visando debater temas polêmicos referentes a família, condições de pobreza, gêneros, relações raciais e entre outras demandas daquela época.

De acordo com Santos, Silva e Silva (2018), nos anos 2000 as questões controversas passaram a ser recomendadas para o currículo do ensino de ciências, e em meados destes anos as pesquisas sobre essas questões foram iniciadas, promovendo novos avanços dos estudos de temas sociocientíficos.

## 1.2 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Em decorrência dos avanços científicos e tecnológicos ao longo das últimas décadas é desencadeada a necessidade de se compreender as implicações da ciência e da tecnologia na sociedade, visando a tomada de decisão acerca de processos relativos as questões vinculadas à ciência e à tecnologia que impactam diretamente o cotidiano e os aspectos sociocientíficos que afetam a sociedade. Levando em consideração para tais tomadas de decisões as consequências que poderiam ser causadas à sociedade, avaliando os benefícios e malefícios suscitados.

Logo, para prover essa demanda causada pelos progressos científicos e tecnológicos, a perspectiva de Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) é intensificada partindo do pressuposto que parte da sociedade ainda é analfabeta científica e tecnologicamente, com a pretensão de popularizar, divulgar e democratizar esses conhecimentos que são considerados básicos e essenciais para possíveis participações críticas às questões sociais (AULER, DELIZOICOV, 2001).

Para Chassot (2003), analfabetos científicos são aqueles incapazes de realizar uma leitura do universo, considerando que a ciência pode ser compreendida como a linguagem, na qual está escrita a natureza, o universo que nos rodeia.

A etimologia da palavra ciência vem do latim “*scientia*” significa conhecimento, sabedoria, entretanto ao longo dos anos, a ciência designa uma imensidão de conhecimentos variados de diversas áreas, e é composta por signos, símbolos que são construídos por meio da observação, experimentação e interpretação. Para Chassot (2003, p. 91), a ciência é concebida como " uma linguagem construída pelos homens e pelas mulheres para explicar o nosso mundo natural", sendo considerada como uma construção humana mutável e falível.

Desta maneira, é a partir da leitura da natureza que podemos compreender as transformações nela existentes e contribuir para a melhor qualidade de vida da sociedade. Portanto, compreender a linguagem do mundo natural constitui, a partir da proposição de Chassot (2003), a alfabetização científica.

Então, quem são aqueles capazes de realizar esta leitura do universo? Podemos destacar que segundo Chassot (2003) os habilitados a realizar esta leitura podem ser considerados como seres “alfabetizados cientificamente”, os quais desenvolveram capacidades diversas para decodificar as concepções presentes no universo.

De acordo com Soares (2009), o vocábulo inglês *literacy* é derivado do latim *littera*, que significa letra, e o sufixo *-cy* exprime qualidade, condição, estado do ser. Neste sentido, o termo *literacy* se refere ao estado ou condição daquele que sabe/aprende ler e escrever (SOARES, 2009). Esta expressão era utilizada para distinguir aqueles que aprenderam a ler e escrever daqueles que não aprenderam, considerando a identificação das letras, mas não a qualidade da leitura (TEXEIRA, 2013).

Segundo Teixeira (2013), tempos depois, o termo inglês *literacy* passou a ser relacionado com a capacidade de ler com a competência de decodificação da palavra escrita, ou seja, os indivíduos capazes de ler são identificados a partir de sua capacidade de decodificação da escrita dos que não possuíam. Portanto, os vocábulos *literacy* e *illiteracy*, em português alfabetizados e analfabetos, correspondem respectivamente, aos indivíduos que possuem competência de realizar a leitura e os que não conseguem realizá-la (TEXEIRA, 2013).



Sobre a alfabetização científica, destacamos que existe uma grande dificuldade na tradução de obras estrangeiras. Por exemplo, as obras inglesas trazem o termo “*Scientific Literacy*”, as publicações francesas consideram o termo “*Alphabétisation Scientifique*”, e as espanholas utilizam a expressão “*Alfabetización Científica*”. O grande problema é a tradução desses termos para o idioma português, visto que, quando traduzido da expressão inglesa, o termo é expresso como letramento científico, e quando traduzido das expressões francesa e espanhola, o termo usado é alfabetização científica (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Portanto, devido a esta diversidade semântica, podemos encontrar na literatura nacional do ensino de ciências o termo letramento científico, alfabetização científica ou enculturação científica que é empregado por alguns autores brasileiros. Os autores que fazem uso do termo enculturação científica, têm como pretensão que o ensino de ciências possibilite aos estudantes fazerem parte de uma cultura científica, além das culturas religiosas, históricas e social que eles trazem consigo, e os autores que empregam o termo letramento científico, são aqueles que destacam práticas sociais desenvolvidas a partir da aprendizagem da leitura e escrita científica (SASSERON; CARVALHO, 2011).

No entanto, adotamos a expressão alfabetização científica e tecnológica (ACT), considerando os referenciais teóricos que fundamentam esta pesquisa e embasados na definição proposta por Freire (1967) para alfabetização.

Para Freire (1989) alfabetizar vai além da mera repetição e leitura de palavras, compreendendo que a alfabetização pode possibilitar ao indivíduo fazer conexões entre a palavra escrita e o mundo em que ele vive. Segundo este autor, a leitura do mundo precede a leitura da palavra, e essa conexão entre a leitura do mundo e a escrita propicia a construção de novos saberes. Portanto, “a leitura da palavra não é apenas precedida pela leitura do mundo, mas por uma certa forma de “escrevê-lo” ou de “reescrevê-lo”, quer dizer, de transformá-lo através de nossa prática consciente” (FREIRE, 1989, p.13).

Então, para Freire (1967, p. 110) alfabetização:

é mais do que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio dessas técnicas, em termos conscientes. É entender o que se lê e escrever o que se entende. É comunicar-se graficamente. É uma incorporação.

Neste sentido, entendemos a ACT como a união entre a leitura dos conhecimentos científicos e tecnológicos com a leitura do mundo e de suas problemáticas, na perspectiva da leitura mais crítica e da construção de novas visões de mundo pelos indivíduos, possibilitando a escrita e a reescrita de novos saberes voltados para sua atuação social. Tais construções de saberes podem ser desenvolvidas por meio desta conexão, considerando que a alfabetização:

Implica, não uma memorização visual e mecânica de sentenças, de palavras, de sílabas, desgarradas de um universo existencial — coisas mortas ou semimortas — mas numa atitude de criação e recriação. Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto (FREIRE, 1967, p. 110).

De acordo com Acevedo Díaz, Alonso e Manassero–Mas (2003) o termo Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) possui significados polissêmicos e complexos, visto que tem relações com aspectos sociais e culturais.

O termo ACT possui significados polissêmicos, que podem ser representados como popularização, entendimento, divulgação e democratização da ciência e tecnologia na sociedade. Apresentando objetivos norteadores difusos e diversos, a ACT tem um segmento baseado na perspectiva democrática, e não no viés tecnocrata, podendo possibilitar a participação ativa dos cidadãos acerca de questões referentes à ciência e à tecnologia, ratificando o pressuposto da participação democrática, e difundindo os processos científicos e tecnológicos que permeiam a sociedade (AULER, DELIZOICOV, 2001).

A alfabetização científica (AC) para Chassot (2000, p.19) é “o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem”. Vale ressaltar que Chassot (2003) concebe a AC como uma lente para enxergar o mundo, não considerando a ciência na perspectiva positivista ou como verdade absoluta, nem hierarquizando os saberes, tais como conhecimentos religiosos, científicos e populares, por possíveis graus de pertinência. Adicionalmente, a AC pode ser concebida como uma forma de inclusão social das pessoas e como facilitadora para as demandas cotidianas da sociedade (CHASSOT, 2003).

O referido autor destaca que a AC pode ser consolidada no ensino de ciências, nos diferentes níveis de ensino, possibilitando a compreensão de conhecimentos, técnicas e procedimentos relativos à ciência e tecnologia, bem como o desenvolvimento de valores, necessários para a tomada de decisões visando uma

melhor qualidade de vida da sociedade, analisando as limitações, implicações e os pontos positivos e negativos promovido pelo desenvolvimento científico e tecnológico.

Chassot (2003) considera que a inserção de aspectos éticos, culturais, ambientais, políticos pode corroborar a AC, visto que, estes aspectos tratam do envolvimento de diversas dimensões para as investigações no ensino de ciências, e, nesta perspectiva, destaca a importância da migração dos professores do esoterismo para o exoterismo, fazendo com que o saber de uma esfera maior se torne um saber, acessível, de um âmbito menor, como o acadêmico e o escolar.

Lacerda (1997, p. 98) caracteriza a relevância da AC para o indivíduo e a define:

como sendo a apreensão dos princípios científicos de base, essenciais para que o indivíduo possa compreender, interpretar e interferir adequadamente em discussões, processos e situações de natureza técnico-científica ou relacionados ao uso da ciência e da tecnologia.

Como destacado em Auler e Delizoicov (2001) a ACT envolve a problematização dos mitos<sup>3</sup> e as relações da ciência, tecnologia e sociedade (CTS). Para estes autores a ACT pode ser concebida por meio de duas perspectivas, a reducionista e a ampliada. A perspectiva reducionista se prende ao ensino apenas de conceitos, na compreensão da parte tecnológica e científica de forma técnica, ignorando a presença dos mitos envolvido a ciência e tecnologia (CT), e na perspectiva ampliada os conceitos são envolvidos para que haja a compreensão de temáticas sociais, envolvendo o senso crítico, associando a ciência e tecnologia a problematização desses mitos envolvidos na sociedade, perspectiva que se relaciona com as características da concepção de educação progressista (AULER; DELIZOICOV, 2001).

Portanto, podemos considerar que nesta pesquisa adotamos uma compreensão de ACT no sentido ampliado conforme discutido por Auler e Delizoicov (2001), que busca relacionar conhecimentos científicos e tecnológicos a problemáticas socioambientais, por exemplo.

Com base em Firme e Amaral (2011) podemos destacar que ACT dos estudantes no ensino de ciências pode ser considerada como um dos objetivos da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), dado que esta abordagem

---

<sup>3</sup> Os mitos que estão relacionados a compreensão de neutralidade, os quais são denominados de: superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista da Ciência-Tecnologia e o determinismo tecnológico.

reconhece a necessidade da “articulação dos conhecimentos científicos e tecnológicos com o contexto social, tendo como objetivo preparar cidadãos capacitados para julgar e avaliar as possibilidades, limitações e implicações do desenvolvimento científico e tecnológico” (FIRME; AMARAL, 2011, p. 384).

O objetivo dos currículos de ciências com vistas à Alfabetização Científica (e Tecnológica) é o de "vislumbrar as ciências sem esquecer das relações existentes entre seus conhecimentos, os adventos tecnológicos e seus efeitos para a sociedade e o meio-ambiente" (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 66).

Diante das discussões tecidas, consideramos a ACT como uma condição que pode possibilitar ao indivíduo a participação dele em processos de tomadas de decisões sobre problemáticas sociais relativas a ciência e tecnologia.

### **1.2.1. Propondo Níveis de ACT com base nas concepções de AC e AT**

Diferentes níveis da alfabetização científica e tecnológica (ACT) podem ser considerados a partir de alguns referenciais teóricos discutidos na literatura da área de ensino de ciências, e nesta perspectiva, tomamos por base os níveis de alfabetização científica (AC) propostas por Shen (1975) e níveis de alfabetização tecnológica (AT) propostas por Bochecho (2011).

Para Shen (1975), a AC pode ser compreendida como a obtenção de um melhor entendimento da ciência e de suas aplicações, para utilizar seus benefícios da melhor forma nas demandas do cotidiano. Neste sentido:

Alfabetização científica pode ser muitas coisas, desde saber montar uma refeição nutritiva até saber aproveitar as leis da física. São necessários popularizadores especializados para tornar as sutilezas científicas claras para o leigo, e os meios de comunicação e as escolas podem ajudar a trazer ciência popularizada ao público (SHEN, 1975, p. 265, tradução nossa).

Este autor distingue três níveis de AC: prática, cívica e cultural, os quais diferem entre si segundo objetivos, meios de divulgação, conteúdos e formas.

O nível de AC prática é caracterizado pelo conhecimento científico e técnico que pode ser utilizado de forma imediata para melhorar as condições de vida das pessoas, sendo aplicado aos principais elementos da vida humana, como alimentação, saúde e habitação (SHEN, 1975). Lorenzetti (2000) destaca que neste

nível de AC pode promover melhorias na vida dos indivíduos, tornando-os aptos a resolverem problemas básicos de seu dia a dia.

O nível da AC cívica objetiva permitir que o cidadão se torne cada vez mais consciente a respeito das questões relativas à ciência, com vistas à participação mais ativa e informada acerca dos movimentos democráticos de uma sociedade cercada de prodígios tecnológicos, por meio da tomada de decisões avaliando riscos e benefícios e analisando de forma técnica os pontos (SHEN, 1975). Neste sentido, este nível de AC prioriza a tomada de decisão informada acerca da ciência e de sua relação com a sociedade (SHEN, 1975; MILARÉ; RICHETTI; ALVES FILHO, 2009; LORENZETTI, 2000). Lorenzetti e Delizoicov (2001, p. 49) afirmam que a AC cívica pode “contribuir para minimizar a quantidade de superstições e crenças que permeia a sociedade” a respeito da relação entre ciência e sociedade.

O nível da AC cultural compreende o conhecimento da ciência como realização humana, e é proposta como uma maneira de conectar as culturas científicas e humanísticas, para resolver os problemas práticos (SHEN, 1975). Esse nível de AC é contemplado apenas por uma pequena parte da sociedade (LORENZETTI, 2000). Milaré, Richetti e Alves Filho (2009) destacam algumas considerações de Fourez (1994) para este nível de AC, nas quais este autor menciona que para apreciar a ciência é necessária uma formação, como para apreciar uma arte como um quadro de Van Gough ou uma sinfonia de Mozart.

Para Bocheco (2011), a Alfabetização Tecnológica (AT) se refere às relações entre tecnologia e sociedade, e pode ser considerada em três níveis: prática, cívica e cultural.

Para o referido autor, o nível da AT prática consiste na compreensão dos conhecimentos tecnológicos presentes em aparatos tecnológicos utilizados no cotidiano, com o objetivo de contribuir para a autonomia do indivíduo acerca dos aspectos técnico-científicos que estão presentes na sociedade. Este nível de AT está relacionado com o entendimento do funcionamento dos equipamentos e da linguagem tecnológica que é apresentada por meio de símbolos e siglas, para o manuseio dos aparatos (BOCHECO, 2011; LORENZETTI; SIEMSEN; OLIVEIRA, 2017).

O nível da AT cívica pretende promover debates contextualizados sobre as relações entre a tecnologia, as atividades econômicas e industriais, e a tomada de decisões de profissionais e cidadãos de forma responsável, nos papéis de usuários e consumidores de produtos e serviços tecnológicos (BOCHECO, 2011). Esse nível de

AT considera os aspectos culturais e organizacionais da tecnologia, na intenção de alfabetizar os cidadãos a respeito de aspectos sócio tecnológicos, e de promover a discussão de temas que permeiam as atividades tecnológicas, tais como “os valores, códigos de ética, hábitos e crenças de progresso, tendências de estética e beleza” (BOCHECO, 2011, p. 133).

O nível da AT cultural refere-se à compreensão da natureza da tecnologia e sua relação com a sociedade e a ciência, com pretensões de compreendê-la de forma mais aprofundada (BOCHECO, 2011). Neste sentido, a AT cultural objetiva:

analisar a natureza do conhecimento tecnológico, a partir da identificação de potencial para a construção de uma concepção de tecnologia, que reflita sobre as diferentes maneiras que este aparato influencia no modo de perceber o mundo e interagir com ele. Ou seja, caracterizar a atividade tecnológica como um empreendimento humano, subjetivo e carregado de valores (LORENZETTI; SIEMSEN; OLIVEIRA, 2017, p. 9).

Com base nos referenciais teóricos propostos por Shen (1975) para os níveis de AC e por Bocheco (2011) para os níveis da AT, elaboramos uma proposição para os três níveis de ACT (prática, cívica e cultural), conforme descrevemos no quadro 1:

**Quadro 1 – Níveis de ACT**

<b>Níveis</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
ACT Prática	É caracterizado pelo uso de conhecimentos científicos e conhecimentos tecnológicos para satisfazer necessidades básicas e melhorar condições de vida das pessoas no cotidiano.
ACT Cívica	Consiste na compreensão consciente e informada acerca de questões relativas à ciência e à tecnologia que culmine em uma participação mais ativa na sociedade diante de tais questões.
ACT Cultural	Objetiva a compreensão da natureza da ciência e da natureza da tecnologia como realizações humanas e de suas relações com a sociedade.

Fonte: Autores (2020).

Com vistas ao desenvolvimento ACT entendida como uma condição que pode possibilitar ao indivíduo a participação dele em processos de tomadas de decisões sobre problemáticas sociais relativas a ciência e tecnologia, uma estratégia didática que pode ser utilizada neste sentido, é a abordagem de Questões Sociocientíficas. Isso porque tais questões abordam discussões que mobilizam aspectos políticos,

sociais, éticos, econômicos e culturais, tecnológicos e científicos com o propósito de promover a participação ativa nas tomadas de decisões (PÉREZ, 2012).

### 1.3 ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA PROMOVER A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DE ESTUDANTES

As Questões Sociocientíficas (QSC) são temas sociais, atuais e controversos presentes na sociedade, relacionados aos conhecimentos científicos, e que geralmente são abordados por meios de comunicação de massa (PÉREZ; CARVALHO, 2012). A inserção desses temas controversos, envolvendo aspectos científicos, tecnológicos, políticos, ambientais, éticos, sociais, econômicos tem o objetivo de promover a participação ativas dos estudantes nas discussões em sala de aula, contribuindo assim para seu crescimento social e pessoal. (PÉREZ, 2012).

Para Reis e Galvão (2005), as QSC são controvérsias sociais originadas de possíveis implicações econômicos, políticos, ambientais, éticos, culturais, entre outros, ligadas às inovações científicas e tecnológicas. Essas implicações estão ligadas as inovações científicas e tecnológicas. Para Santos, Silva e Silva (2018), a abordagem de QSC pretende favorecer a participação ativa dos indivíduos em discussões de conteúdos diversos e promover o desenvolvimento pessoal e social deles.

As QSC apresentam algumas características, como, por exemplo, são controversas, são atuais, demandam tomada de decisão, e envolvem dilemas sociais (PÉREZ, 2012; REIS; GALVÃO, 2005; SADLER, 2004). Para Ratcliffe e Grace (2003, p.1, tradução nossa) uma QSC “é aquela que tem uma base científica e um impacto potencialmente grande na sociedade”.

Segundo Ratcliffe e Grace (2003, p.2), as QSC:

têm uma base na ciência, frequentemente nas fronteiras do conhecimento científico; envolvem formação de opiniões, produção de escolhas no nível individual ou social; são frequentemente relatadas pela mídia, com problemas correlatos de apresentação com base nos propósitos do comunicador; 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 atendimento; 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; podem requerer algum entendimento de probabilidade e risco; são frequentemente pontuais, transitórias (tradução nossa).

No cenário mundial, diversas QSC estão circulando nas mídias, e dentre outras, destacamos para este trabalho a poluição por plásticos, visto que este tipo de poluição se constitui como um problema socioambiental em grandes dimensões e esferas, que causa a ameaça da biodiversidade. Optamos, por esta QSC por se tratar de um dos maiores problemas ambientais enfrentados no mundo, que causa a poluição no solo, nas águas e a morte de animais.

A poluição por plásticos é a grande vilã que vem causando problemas ambientais em grandes dimensões, considerada atualmente como um dos maiores problemas ambientais do século, como é destacado por representantes da ONU<sup>4</sup> Meio Ambiente. Gradativamente a poluição por plásticos é alvo de diversas campanhas de conscientização sobre o uso desse material em excesso e o descarte de forma inadequada. Os problemas em grandes proporções são decorrentes principalmente pelo tempo que esse material leva para entrar em decomposição, o que, conseqüentemente, gera o acúmulo. Como destaca Piatti (2005, p.11), devido a amplitude de uso, os plásticos estão presentes em grande parte do lixo produzido diariamente, os plásticos têm uma decomposição lenta e, por este motivo, “vêm acarretando sérios problemas ambientais”.

De acordo Conrado e Nunes-Neto (2018) na abordagem de QSC, os conteúdos podem ser discutidos com base em três dimensões: conceitual, procedimental e atitudinal (CPA). A dimensão conceitual, pautada nas diretrizes do campo epistemológico, contempla conceitos, fatos e princípios, a dimensão procedimental, na qual prevalece o campo metodológico, e envolve técnicas, procedimentos e métodos, e a dimensão atitudinal relativa ao campo axiológico, relativo aos valores, normas e atitudes (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Segundo esses autores a abordagem de uma QSC em sala de aula está articulada a três aspectos: caso ou histórias, questões norteadoras e objetivos de aprendizagem. Neste sentido, eles sugerem que as QSC sejam introduzidas por meio de um caso, o qual proporciona o primeiro contato com a problemática em questão. É válido salientar a relevância dos seguintes pontos propostos por Herreid (1998) que

---

<sup>4</sup> ONU. Organização das Nações Unidas. **Planeta ou Plástico:** ONU Meio Ambiente, National Geographic e Abstartups debatem lixo nos oceanos.2018. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/80153-planeta-ou-plastico-onu-meio-ambiente-national-geographic-e-abstartups-debatem-lixo-nos>>. Acesso em: 25 out. 2020.



um bom caso deve apresentar: narra uma história; inclui diálogos; é curto; é atual; desperta o interesse pela questão; produz empatia com os personagens centrais; é relevante ao leitor; provoca conflito; força uma decisão; tem utilidade pedagógica; e possibilita generalizações.

Conrado e Nunes-Neto (2018) baseados em Conrado (2017) afirmam que, embora que as QSC possam ser abordadas por meio de um caso, ainda assim, para mobilizar determinados aspectos dos problemas sociocientíficos abordados no caso, são empregadas o que denominam de questões norteadoras. Neste sentido, por meio destas questões é possível:

perceber diferentes complexidades e múltiplas perspectivas; desenvolver argumentos sobre o caso; compreender teorias e conceitos científicos e investigar técnicas e tecnologias relacionadas à QSC; entender implicações e influências de sociedade, política e valores de atores sociais envolvidos; emitir juízos sobre esses atores sociais e consequências socioambientais das diferentes decisões; e, por fim, posicionar-se claramente a respeito da QSC relacionada ao caso e tomar decisões socio ambientalmente responsáveis (CONRADO; NUNES-NETO, 2018, p.90).

Portanto, as questões norteadoras são significativas para a abordagem de QSC, ao tempo em que buscam orientar as discussões com vistas ao alcance dos objetivos de aprendizagem, os quais envolvem as dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais e possibilitam a mobilização de aspectos sociocientíficos (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Conrado e Nunes-Neto (2018) propõem a elaboração e exploração de questões norteadoras sobre o caso para a mobilização dos aspectos sociocientíficos envolvidos, e o processo de exploração do caso conduz para que os objetivos de aprendizagem sejam alcançados, nos quais estão envolvidos os conteúdos escolares das dimensões: conceitual, procedimental e atitudinal (CPA).

Em linhas gerais, as questões norteadoras podem promover o alcance dos objetivos desejados, contribuindo para a mobilização de alguns aspectos, em especial dos problemas sociais envolvidos no caso. A partir dessas questões norteadoras é possível explorar diversas perspectivas; desenvolver novos argumentos; entender teorias e conceitos; analisar as implicações e influências de diversos aspectos na sociedade; julgar sobre alguns fatos; tomar posicionamentos de forma responsável sobre uma problemática (CONRADO, 2017; CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Por fim, haverá a análise do alcance dos objetivos de aprendizagem, para identificar se foi possível ou não alcançá-los a partir das questões norteadoras

propostas, e se os objetivos não forem alcançados, o caso e as questões norteadoras poderão ser reajustados para se obter melhores resultados na mobilização de aspectos sociocientíficos pelos estudantes (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Santos, Silva e Silva (2018), destacam que para Sadler e Zeidler (2004) as QSC são dilemas sociais que apresentam informações conceituais, procedimentais ou tecnológicas da ciência, e que consideram o impacto ocasionado pelo avanço científico na sociedade, bem como os aspectos éticos e morais relacionados, e para Simonneaux (2008), as QSC que envolvem a ciência e geralmente apresentam natureza controversa.

### **1.3.1 A abordagem de QSC: Mobilização de Habilidades e de Aspectos Sociocientíficos**

As sequências didáticas são utilizadas como instrumento para que o professor possa inserir no ensino de ciências novas abordagens de ensino que proporcionem um maior desenvolvimento nas aulas (ZABALA, 1998).

As atividades propostas em uma sequência didática podem ser utilizadas, por exemplo, para a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos e, a partir desta identificação, o professor pode desenvolver atividades de forma que os estudantes reflitam sobre suas concepções, e promover o interesse neles para buscar novos conhecimentos (ZABALA, 1998).

A abordagem de QSC pode ser inserida em salas de aulas por meio de sequências didáticas, dado que para Lopes (2010) as ações em sala de aula precisam favorecer a inserção de elementos da construção social da ciência, como argumentos e debates, e evidenciar a necessidade participação da sociedade em debates sobre temas controversos. Neste sentido, esta autora destaca ações que:

privilegiem o engajamento dos estudantes no tema em debate, resultando em habilidades e reflexões que os conduzam para posicionamentos autônomos. Desta forma, estas ações podem ser guias para a compreensão de alguns elementos participativos dos debates democráticos que envolvam as questões sociocientífica (LOPES, 2010, p. 69).

Cross e Price (2002) destacam um conjunto de habilidades que direcionam os estudantes para a participação democrática sobre discussões de temas controversos que envolvem ciência, tecnologia e sociedade, são elas: 1) entendimento dos

argumentos, que se refere à compreensão das justificativas na defesa dos posicionamentos; 2) julgamento da posição dos especialistas, relativo às justificativas científicas serem ou não suficientes para a discussão; 3) investigação na literatura e no campo, que envolve a busca por fontes de informações para fundamentar posicionamentos e trazer novos fatos para o debate; 4) participação democrática nas tomadas de decisões (CROSS; PRICE, 2002; LOPES, 2010).

Segundo Santos *et al.* (2011), estas quatro habilidades correspondem, respectivamente: à compreensão das razões e justificativas de diferentes naturezas para a defesa de posicionamentos, como, por exemplo, justificativas científicas, morais, econômicas etc.; às reflexões acerca de argumentos científicos visando não serem aceitos de imediato; ao envolvimento com fontes diversas de informações, além daquelas disponibilizadas pelo professor; e à participação e exposição de opiniões.

Neste sentido, podemos compreender que o desenvolvimento dessas habilidades é um direcionamento para participação democrática sobre controvérsias sociais relativas à ciência e à tecnologia, como é o caso das QSC.

As questões que englobam aspectos sociocientíficos, como as QSC, são inseridas em sala de aula para promover discussões acerca de conteúdos problematizadores.

Santos e Mortimer (2009) traduzem o termo *Socioscientific Issues* (SSI) como Aspectos Sociocientíficos (ASC), compreendendo-os como:

questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas à ciência e à tecnologia, são inerentes à atividade científica e que a sua abordagem no currículo pode ser feita: de forma temática, no sentido de tópico ou assunto amplo em que essas questões estão imbricadas (e.g. poluição ambiental, transgênicos, recursos energéticos etc.); ou de forma pontual, com exemplos de fatos e fenômenos do cotidiano relativos a conteúdos científicos que ilustram aplicações tecnológicas envolvendo esses aspectos; ou ainda por meio de questões dirigidas aos estudantes sobre esses aspectos (SANTOS; MORTIMER, 2009, p. 192).

Segundo estes autores os aspectos (ambientais, culturais, sociais, políticos, econômicos, éticos) relacionados à ciência e à tecnologia podem ser mobilizados a partir de conteúdos problematizadores, que podem ser explorados constantemente para promover reflexões quanto às relações sociais.

Portanto, uma possibilidade para fazer emergir esses aspectos sociocientíficos no ensino de ciências é por meio da abordagem de QSC, considerando que estas tratam de problemáticas sociais que envolvem conteúdos científicos.

#### 1.4 A ACT E AS QSC NO CURRÍCULO DE CIÊNCIAS E NA BNCC

O ensino de ciências, em particular o ensino de química, que possuam pretensão de alfabetizar científica e tecnologicamente, precisam oportunizar discussões e saberes que promovam a formação de cidadãos conscientes e ativos em decisões democráticas sobre questões relativas à ciência e à tecnologia presentes na sociedade, desenvolvendo o senso crítico e possibilitando o uso de conhecimentos científicos nas decisões cotidianas (ROSA; LAMBACH; LORENZETTI, 2017).

O documento oficial que determina o currículo nacional é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que foi homologada para a etapa correspondente ao ensino infantil e fundamental em 2017 e para etapa do ensino médio em 2018.

De acordo com o que é exposto na BNCC de 2018, que regulamenta o ensino médio, em especial a área de ciências da natureza e suas tecnologias, o letramento científico<sup>5</sup> deve estar presente na educação básica, para suprir a necessidade dos cidadãos de resolver problemas básicos do cotidiano a partir do uso de conhecimentos científicos.

Este documento ainda determina que, além dos conhecimentos científicos, sejam abordados saberes relativos aos aspectos éticos, políticos e culturais, justificando a necessidade da visão do tema em diversas perspectivas relativas a área de ciências da natureza para a formação completa dos estudantes (BNCC, 2017).

O letramento científico (alfabetização científica) significa mais que apreender conteúdo científico, e implica em capacitar o indivíduo a posicionar-se enquanto cidadão de forma crítica acerca do mundo e das problemáticas que o cercam. Segundo este documento, o processo de alfabetização científica possibilita aos estudantes a aprendizagem de linguagens da área de ciências e suas tecnologias, através dos códigos símbolos, nomenclaturas, relativos aos conhecimentos científicos e tecnológicos essenciais para a formação dos estudantes. O ensino de ciências nesta perspectiva, vai além dos ensinamentos dos conceitos científicos.

Adicionalmente, na BNCC estão descritas competências e habilidades que devem ser desenvolvidas, relativas: “aos conhecimentos conceituais da área; à

---

<sup>5</sup> O termo letramento científico é apresentado após a tradução de algumas obras inglesas que trazem o termo “*Scientific Literacy*”, que traduzidas para o português apresentaram o termo como letramento científico (SASSERON; CARVALHO, 2011).

contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza” (BNCC, 2018, p. 547).

A BNCC prever o currículo comum com vistas a articulação de diversas áreas de conhecimentos para assegurar o acesso aos diversos conhecimentos científicos formulados ao longo da história, destacando os principais processos, práticas e procedimentos do meio científico, cujo propósito é o de despertar nos estudantes novos universos, para que sejam capazes de fazerem suas escolhas cotidianas a respeito de problemáticas sociais, e de se posicionarem nas tomadas de decisões de forma consciente e democrática visando o bem de todos.

Segundo este documento, para que esse posicionamento por parte dos estudantes ocorra, é necessário que sejam trabalhadas com eles questões problemas, que despertem o interesse, os desafiando em levantar hipóteses, a analisar, a discutir, visando a intervenção para a problemática em tela. Estas questões podem ser vistas como QSC, as quais podem ser elencadas visando os principais temas sociais que podem fazer parte do cotidiano dos estudantes aproximando a sua realidade aos conteúdos científicos.

A BNCC propõe a implementação de atividades didáticas para estimular o aluno a mobilizar diversas habilidades, e ao nosso ver, as QSC podem ser implementadas para a mobilização dessas habilidades.

Por fim, vale ressaltar que a BNCC (2018), referente ao currículo do ensino médio, há uma adequação do que havia sido discutido para o currículo do ensino fundamental em relação às competências específicas e às habilidades da área de ciências da natureza e suas tecnologias, sendo proposto então, o aprofundamento de alguns temas.

## CAPÍTULO 2. METODOLOGIA

Neste capítulo apresentamos os caminhos metodológicos que percorremos para o alcance dos objetivos de pesquisas almejados, partindo do planejamento e desenvolvimento da intervenção pedagógica, bem como da coleta e análise de dados.

Nesta investigação, seguimos uma abordagem qualitativa dos dados, visto que não há interesse em resultados numéricos, mas em compreender o objeto estudado, como o comportamento de grupos sociais, organizações, entre outros (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009). Então, “a pesquisa qualitativa preocupa-se, portanto, com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais” (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009, 32).

A presente pesquisa de natureza aplicada almeja favorecer o desenvolvimento de conhecimentos para possíveis aplicações práticas com a pretensão de solucionar problemas específicos, abarcando situações reais (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009). Adicionalmente, seguimos os objetivos de uma pesquisa descritiva, na qual pretende-se descrever os fatos e as características de determinada realidade, exigindo do pesquisador uma série de informações referentes ao que deseja pesquisar (TRIVIÑOS, 1987).

Nesse sentido, realizamos a investigação orientados pelas características da pesquisa do tipo intervenção pedagógica. Este tipo de pesquisa é uma investigação que está relacionada com:

[...] o planejamento e a implementação de interferências (mudanças, inovações) – destinadas a produzir avanços, melhorias, nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam – e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências” (DAMIANI, *et al.*, 2013, p. 58).

Segundo Castro e Damiani (2017), é pretensão da pesquisa intervenção gerar o conhecimento necessário para ser mobilizado visando solucionar problemáticas educacionais concretas específicas e, ou até mesmo na aplicação prática desse conhecimento. Este tipo de pesquisa possui um caráter parecido com a pesquisa-ação, no entanto difere nos pontos de planejamento e investigação. Tratam-se de pesquisas aplicadas, por possuírem o interesse de contribuir para a resolução de problemas práticos, as quais estão relacionadas com a teoria histórico-cultural (DAMIANI, *et al.*, 2013).

Segundo Damiani, *et al.* (2013), o uso do termo intervenção na área de educação vem sendo algo problemático, embora seja utilizado em outras áreas do conhecimento, e destacam as argumentações propostas por Szymanski e Cury (2004) os quais discutem o significado do termo com base no dicionário Aurélio, compreendendo que o termo interferência pode estar relacionado a autoritarismo.

Outro autor destacado é Freire (2010) que afirma o termo intervenção pode estar associado a falta de liberdade, a imposição a algo, termos que podem ser referentes a alguma passagem de algum período como o da ditadura militar no Brasil, por exemplo. Podendo estar relacionado com a tentativa de controle do comportamento do indivíduo como propõe Giusta (1985) ainda destacado por Damiani, *et al.* (2013).

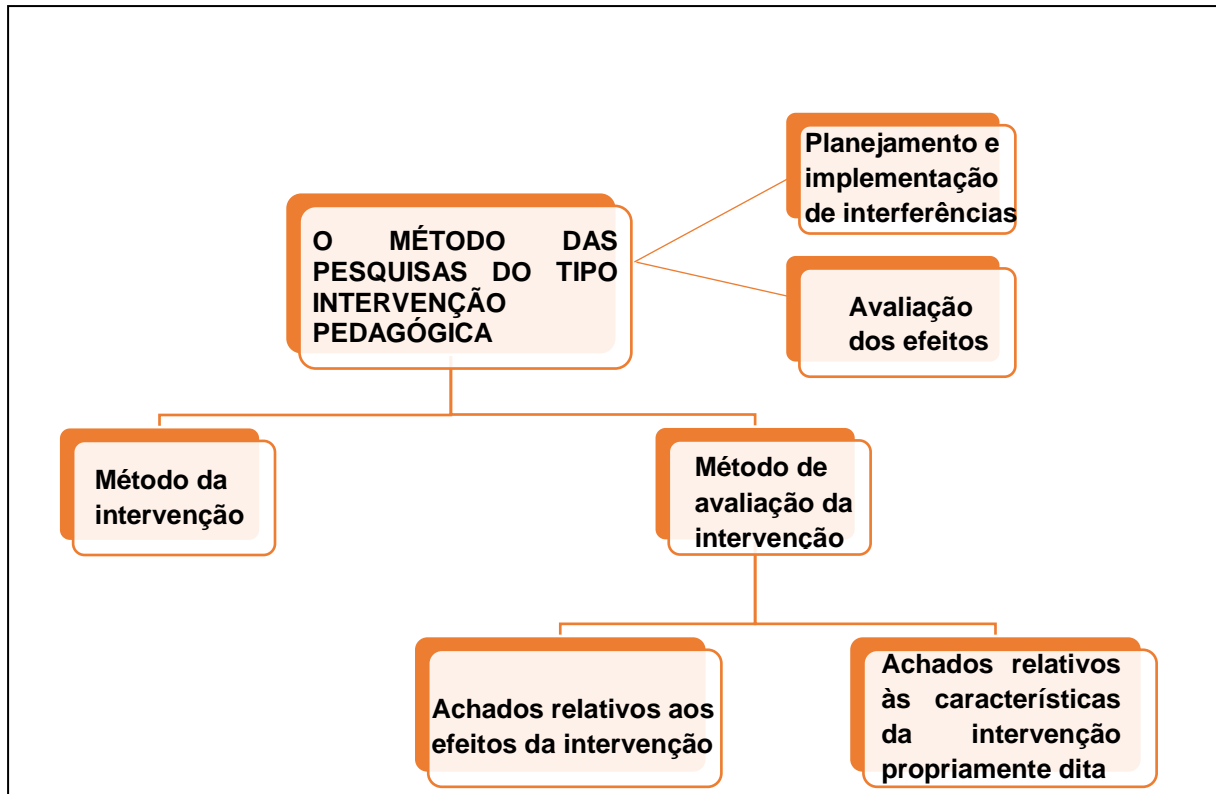
Embora existam repercussões negativas frente ao termo intervenção, seu emprego para se referir ao tipo de pesquisa de intervenção pedagógica é preservado, visto que, este termo é empregado para outras áreas como na psicologia, medicina e administração sem restrições (DAMIAN, *et al.*, 2013).

A elaboração de relatórios da pesquisa do tipo intervenção é proposta em forma de roteiro, conforme Damiani, *et al.* (2013), no qual são discutidos aspectos do método e dos achados. Para esses autores, o método das pesquisas do tipo intervenção envolve o planejamento e implementação da interferência e avaliação dos efeitos que ela tenha causado, e neste sentido, estes são organizados em duas dimensões: o método da intervenção e o método de avaliação da intervenção.

O método da avaliação da intervenção envolve duas dimensões: achados relativos aos efeitos da intervenção sob seus participantes e os achados relativos à intervenção propriamente dita, a qual diz respeito a investigação das mudanças, inovações que podem ser realizadas por meio da implementação da intervenção.

Para melhor visualização do leitor, ilustramos as dimensões abordadas pela pesquisa do tipo intervenção pedagógica no esquema 1.

**Esquema 1** – Roteiro do método de pesquisa do tipo intervenção pedagógica



Fonte: Autor (2020) baseado em Damiani, *et al.* (2013).

## 2.1 MÉTODO DA INTERVENÇÃO

A presente pesquisa foi desenvolvida com estudantes de uma escola de referência (EREM), da rede pública do estado de Pernambuco, localizada na zona da mata norte, interior do estado na cidade de Glória do Goitá. A escola foi escolhida como campo de pesquisa da intervenção pedagógica por se tratar de uma escola na qual a autora desta monografia realizou as atividades da disciplina de estágio curricular obrigatório do curso de Licenciatura Plena em Química. Então, considerando o conhecimento do ambiente escolar e das necessidades de intervenção na escola, optamos por desenvolver a pesquisa nela.

A pesquisa foi desenvolvida durante os meses de junho, agosto e setembro do ano de 2019. Os participantes envolvidos foram estudantes da terceira série do ensino médio, de três turmas. Entretanto, os dados que analisamos neste trabalho monográfico foram relativos a uma dessas turmas.

A escolha da turma foi um processo difícil, porém necessário, devido à grande quantidade de dados que coletamos. Neste sentido, na escolha da turma



consideramos o critério de maior participação dos estudantes nas atividades desenvolvidas.

Adicionalmente, vale ressaltar que, nesta turma, o planejamento da intervenção pedagógica desenvolvida foi modificado no sentido de aperfeiçoá-lo, considerando que a intervenção havia sido aplicada em turmas anteriores.

Os estudantes participantes da pesquisa, com faixa etária entre 16 e 18 anos, foram aqueles que disponibilizaram os dados coletados durante os momentos da intervenção. A turma era composta por trinta e oito estudantes. No início do desenvolvimento da intervenção pedagógica contamos com a participação de trinta e quatro estudantes. Entretanto, no final da intervenção pedagógica, participaram da pesquisa apenas vinte e dois estudantes, embora mais estudantes estivessem em sala, apenas estes entregaram as atividades que são a base de dados desta pesquisa. Vale ressaltar que não foram os mesmos estudantes que participaram do início e ao fim da intervenção, visto que alguns só participaram no início e outros no fim.

Seguindo os pressupostos destacados por Goldim (2006) e por Silveira e Córdova (2009) baseados em Goldim (2001) referentes aos aspectos éticos da pesquisa, destacamos os pontos que foram resguardados para o desenvolvimento da intervenção e análise. Neste sentido, na seleção dos estudantes participantes para a pesquisa não houve nenhum tipo de discriminação ou momentos em que foram colocados em risco de exposição de identidade. Nesta investigação, antes de seu desenvolvimento, tivemos respeito aos aspectos éticos na sua condução. Antes do desenvolvimento da pesquisa os estudantes envolvidos consentiram a participação, receberam um termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A) no qual constava as diretrizes e os objetivos da pesquisa.

Respeitando os aspectos éticos, identificamos os alunos com a sigla A (aluno) e respeitando a seguinte ordem numérica (A1, A2, A3 e assim por diante). Vale ressaltar que os alunos identificados, no primeiro e quarto momento da intervenção pedagógica, nas análises dos resultados, não são necessariamente os mesmos, visto que, alguns participaram do primeiro e outros não participaram do quarto.

Por se tratar de jovens do ensino médio no termo de consentimento estava claro que os menores de idade deveriam ter o consentimento dos pais para participar da pesquisa, alguns dos alunos assinaram, mas uma outra parte foram os pais que assinaram. Por fim, se tratando de uma pesquisa realizada com seres humanos, tomamos todos os cuidados respeitando a preservação dos dados, garantia do sigilo,

confidencialidade e anonimato dos indivíduos quanto aos dados envolvidos nesta pesquisa.

Na intervenção pedagógica desenvolvida com abordagem QSC, lançamos mão, com base nas ideias de Conrado e Nunes-Neto (2018), do uso de caso e de questões norteadoras. Neste sentido, elaboramos o caso intitulado “O maior desafio ambiental do século XXI”, apresentado no quadro 2, que narra uma história curta envolvendo um problema que ocorre em uma comunidade ribeirinha e está intrigando uma jovem chamada Andréa, estudante da 3ª série do Ensino Médio, que mora na comunidade.

Vale destacar que buscamos atender algumas das características necessárias para um bom caso, as quais foram: promover empatia com os personagens; apresentar uma história curta e atual; provocar a necessidade de resolução do caso; propiciar conflitos de opiniões; possibilitar generalizações; e possuir utilidade pedagógica (HERREID, 1998).

#### Quadro 2 – O caso

##### O maior desafio ambiental do século XXI

Andréa é uma jovem de 17 anos, estudante do 3º ano do ensino médio de uma escola estadual de Pernambuco. Ela mora com seus pais em uma comunidade ribeirinha próxima a cidade. Seu pai e a maioria dos que moram ali são pescadores, dependem da pesca para sobreviver, pois essa é a única fonte de renda dos habitantes daquela comunidade. Há algum tempo a pesca está diminuindo e a comunidade está sofrendo com isso, cada vez mais, são encontrados no rio peixes mortos boiando. Seu Pedro, pai de Andréa, relata a situação para a família:

— Família, estamos passando por uma situação financeira difícil, pois não estou conseguindo pescar o que geralmente pesco, os peixes estão boiando mortos no rio.

Andréa preocupada com a situação de sua família e de sua comunidade resolve investigar o caso, vai lá no rio e observa o que está ocorrendo. Encontra os peixes mortos e também uma grande quantidade de plásticos boiando. Logo ali perto há um lixão e todo o lixo da cidade é depositado ali, não havia coleta seletiva na cidade. Os plásticos presentes no lixão eram carregados pelos ventos para a superfície do rio. Observou a grande poluição que esse material causava no solo, pelo tempo que levava para ser degradado. Notou que, embora que os plásticos possuíssem muitas utilidades, ainda assim ocasionavam diversos problemas ambientais, e que as fábricas não produziam plásticos alternativos por conta do maior custo, mesmo sendo melhores para a natureza, pois agridem menos. Ela observa também que ao lado do rio passa os encanamentos de esgoto da cidade:

— Pai, acho que o que está ocorrendo no rio é o vazamento de esgoto e deve ser esse o motivo da morte dos peixes. Hoje na minha aula de química a professora falou que o esgoto pode contaminar os rios e provocar a eutrofização, há o aumento da matéria orgânica presente na água e é elevada a quantidade de nutrientes disponíveis, permitindo

o crescimento rápido e intenso de microalgas. Quando essas algas morrem, em seu processo de decomposição consomem o oxigênio dissolvido na água.

Andréa resolve então falar com seu primo Jorge, que é químico e trabalha em uma estação de tratamento de água. Inclusive este rio é o que abastece toda a cidade e Jorge é responsável pelas análises de sua água. Andréa manda uma mensagem para Jorge:

— Jorge, os peixes do rio estão morrendo e estou suspeitando que seja um vazamento de esgoto. Gostaria que você viesse aqui e coletasse a água, para analisar se está é realmente a causa do problema.

Jorge a responde:

— Certo, prima. Hoje mesmo irei coletar as amostras de água.

No dia seguinte Jorge manda uma mensagem para Andréa:

— Andréa, já fiz as análises da água e todos os padrões de qualidade não possuem alterações. Os parâmetros químicos como pH, alcalinidade, dureza, cloretos, entre outros, estão todos obedecendo os padrões de qualidade.

Andréa questiona:

— Nossa! Agora não sei o que pode ter causado a morte desses peixes.

**Considerando que a causa da morte dos peixes não está relacionada ao esgoto, vocês como estudantes de química podem ajudar Andréa a solucionar o problema que está sendo vivenciado em sua comunidade. Com base nas informações do texto qual seria a causa da morte dos peixes e como solucionar esse problema?**

Fonte: Autor (2019).

Segundo Conrado (2017), na abordagem de QSC, devem ser propostas ações que possibilitem a mobilização de aspectos e de problemáticas sociocientíficas presentes no caso, ações essas que encaminhem aos objetivos de aprendizagem. Neste sentido, este autor sugere a utilização de questões norteadoras, as quais se configuram como perguntas relacionadas ao caso ou aos aspectos gerais do caso, que poderão possibilitar a mobilização de ações, questionamentos e argumentos pelos estudantes que podem favorecer o alcance dos objetivos de aprendizagem definidos (CONRADO, 2017).

Vale ressaltar que as questões norteadoras, nesta pesquisa, foram elaboradas considerando os níveis de ACT, a saber: ACT prática; ACT cívica; ACT cultural. Desta forma: as questões norteadoras 1 e 2 foram direcionadas para promover o nível da ACT prática; as questões 3 e 4, ao nível da ACT cívica; e as questões 5 e 6, ao nível da ACT cultural. Elaboramos 6 questões norteadoras as quais estão postas no quadro 3.

**Quadro 3 –** Questões norteadoras trabalhadas na intervenção pedagógica

<b>Questão 1</b>	Quais procedimentos e técnicas poderão ser realizados para minimizar os impactos causados pelos plásticos?
<b>Questão 2</b>	Os microplásticos são pequenos fragmentos de plásticos com medida inferior a 5nm ( $5 \times 10^{-9}$ m). A presença deles no meio ambiente é provocada pelo descarte direto dessas pequenas partículas ou pela degradação de plásticos maiores. Esses microplásticos podem estar presentes nos alimentos e até mesmo na água que sai das nossas torneiras. Você acha que a ingestão de água e alimentos contaminados por estes plásticos pode fazer mal à saúde dos animais e seres humano? E por quê?
<b>Questão 3</b>	Você acha que os plásticos biodegradáveis podem causar impactos ao meio ambiente? E por que não são comercializados em longa escala? De acordo com seus conhecimentos científicos considerando as problemáticas apresentadas no caso da morte dos peixes, você acha que os plásticos biodegradáveis resolveriam os problemas causados nos solos (como ocorre nos lixões) e nos rios, ou teriam que ser tomadas outras atitudes? Justifique sua resposta.
<b>Questão 4</b>	Os plásticos são materiais que proporcionam uma maior praticidade na vida do ser humano, possuem um baixo custo e uma boa parte desses materiais são descartáveis, esses não dão trabalho para a higienização e conservação. Por exemplo, no caso de um hospital os médicos utilizam batas de plástico para a realização de cirurgia e depois as descartam, se fossem utilizar batas de algodão o custo para compra seria maior comparado ao valor das batas de plástico, mas poderiam ser utilizadas outras vezes após a lavagem. Você acha que é viável substituir todos objetos de plástico ou há objetos que não é viável substituí-los? E que solução você daria para o caso desse hospital que descarta grandes quantidades de resíduos plásticos?
<b>Questão 5</b>	Você acha que no caso da morte dos peixes e na solução desta problemática estão envolvidos os aspectos ético, econômico, político, tecnológico, científico, ambiental e cultural? Se acha que estão envolvidos, explique em que momentos esses aspectos estão inseridos no caso e nos argumentos que você utilizou para a resolução do caso?
<b>Questão 6</b>	Que atitudes podem ser tomadas para que a reutilização desses resíduos plásticos promova o favorecimento econômico e social da população?

Fonte: Autor (2019).

Na intervenção pedagógica, abordamos a QSC Poluição por plásticos, e trabalhamos o conteúdo científico Polímeros em seus diferentes aspectos: conceito de polímeros; fatos históricos sobre os polímeros; polímeros sintéticos e naturais; termofixos e termoplásticos; polímeros de adição, de adição 1,4 e de condensação; reação de copolímeros; tipos de polímeros; plásticos biodegradáveis e verdes; e microplásticos.

Adicionalmente, nas discussões foram discutidas formas alternativas para minimizar a poluição por plásticos, como, por exemplo, reduzir, reutilizar e reciclar (3

R's) os plásticos, usina verde, implementação e o uso dos plásticos verde e biodegradáveis.

A intervenção pedagógica foi desenvolvida em quatro momentos no período de sete aulas de 50 minutos cada, os quais ilustramos no esquema 2.



**Esquema 2 – Momentos da intervenção**

Fonte: Autor (2020).

No primeiro momento, que ocorreu em duas aulas geminadas (100 minutos), a professora/pesquisadora explicou aos estudantes o que é um caso e o que é uma QSC. Em seguida, ela entregou aos alunos o caso. Neste momento, a turma foi dividida em cinco grupos e cada grupo realizou a leitura do caso, discutiu sobre ele, e propôs resolução para o caso. Em seguida, as resoluções propostas pelos grupos para o caso foram discutidas com toda turma e os estudantes durante a discussão identificaram alguns aspectos sociais, econômicos, culturais, éticos, tecnológicos e científicos envolvidos no caso. Posteriormente, foram disponibilizadas aos estudantes as seis questões norteadoras sobre o caso, as quais foram respondidas individualmente, neste momento.

O segundo momento ocorreu em uma aula (50 minutos). A professora/pesquisadora iniciou este momento lembrando com os alunos o caso, os questionamentos, e as soluções propostas anteriormente, e detalhando os pontos para que os alunos chegassem a uma conclusão de suas proposições. Em seguida, a professora/pesquisadora apresentou aos estudantes imagens sobre os impactos que os plásticos vêm causando no cenário mundial, com o intuito de promover uma reflexão sobre a poluição causada por estes materiais. Na sequência, a professora/pesquisadora promoveu uma discussão sobre o uso e o descarte de resíduos plásticos no meio ambiente com o intuito de conhecer as concepções prévias dos estudantes sobre esta questão. Após a discussão, ela levantou questionamento sobre o que são os plásticos, abordou a história dos plásticos, discutiu diferenças entre os plásticos naturais e os sintéticos, sobre polímeros (tipos de polímeros, mostrou imagens das moléculas dos polímeros no hyper) e a partir dos questionamentos, realizou a discussão teórica sobre conteúdo Polímeros.

No terceiro momento, que ocorreu em uma aula (100 minutos), foi desenvolvida uma atividade experimental para a identificação de diferentes tipos de plásticos. Foi entregue uma ficha (Apêndice B) para os alunos para que fizessem as anotações, no material constavam os nomes dos polímeros, as siglas, os símbolos de reciclagem, as estruturas dos polímeros e espaços para que pudessem preencher de acordo com seu comportamento no teste de densidade, cor de chama e odor.

Na ficha constavam os valores de densidade da água, etanol e solução salina, adicionados manualmente pela professora/pesquisa, dado que o material estava impresso, os valores de densidade de cada plástico para que os alunos fizessem a

comparação com a densidade da água, etanol e solução salina. Os diferentes tipos de plásticos foram inicialmente identificados pelo teste de densidade em água, etanol e solução salina. Os plásticos que foram identificados pela densidade, foram também identificados por meio da combustão e teste de chama. A professora/pesquisadora disponibilizou uma tabela para os estudantes preencherem com as informações dos diferentes plásticos usados na experimentação. Inicialmente, os estudantes preencheram as informações sobre a densidade de cada plástico acompanhando o teste de densidade. No decorrer do experimento, a professora/pesquisadora promoveu uma discussão sobre coloração e odor na queima do plástico. Após a realização da atividade experimental, os estudantes produziram os relatórios individuais como atividade de casa e entregaram posteriormente.

No quarto encontro, desenvolvido em duas aulas (100 minutos), a professora/pesquisadora continuou a abordagem do conteúdo Polímeros e, em seguida, levantou uma discussão sobre polímeros biodegradáveis, suas vantagens e desvantagens de uso, tipo de plásticos, toxicidade de substâncias presentes nos plásticos que são liberadas quando aquecido, como por exemplo no micro-ondas, criação de aterros sanitários, usina verde, microplásticos e os 3 R's (reutilizar, reduzir e reciclar). Posteriormente, os estudantes se reuniram novamente em grupos para sistematizar a resolução do caso. Foram formados cinco grupos, mas nem todos os grupos possuíam os mesmos componentes do primeiro momento da intervenção didática, quando os grupos apresentaram as resoluções propostas para o caso.

Em seguida, os estudantes responderam novamente as questões norteadoras individualmente. Enquanto os alunos resolviam as questões, a professora/pesquisadora realizou a experimentação novamente com uma parte da turma que não havia comparecido na aula anterior da experimentação, esses alunos que participaram da experimentação entregaram as suas respostas para o caso e questões norteadoras, posteriormente.

## 2.2 MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO

O método de avaliação da intervenção consideramos, conforme Damiani *et al.* (2013), duas dimensões: achados relativos aos efeitos da intervenção pedagógica; e achados relativos às características da intervenção pedagógica propriamente dita.

### **2.2.1 Análise dos achados referentes aos efeitos da intervenção pedagógica**

Para a análise dos achados referentes aos efeitos da intervenção pedagógica, consideramos as respostas dos alunos ao caso e às questões norteadoras no primeiro e no quarto momentos da intervenção.

Vale destacar que, devido à grande quantidade de respostas para as questões norteadoras e o curto espaço para apresentá-las neste trabalho, escolhemos aleatoriamente, respostas de quinze alunos para as questões norteadoras.

Em relação às análises das concepções prévias dos alunos sobre Poluição por plásticos, consideramos as resoluções para o caso e as respostas às questões norteadoras apresentadas pelos alunos no primeiro momento da intervenção.

Quanto às análises das concepções dos estudantes sobre Poluição por plásticos após o desenvolvimento da intervenção pedagógica, consideramos as resoluções para o caso e as respostas às questões norteadoras apresentadas pelos alunos, no quarto momento da intervenção.

Para as análises dos níveis de ACT dos estudantes, consideramos resoluções para o caso e as respostas às questões norteadoras apresentadas pelos alunos, no quarto momento da intervenção, tomando por base como categorias analíticas, os níveis de ACT que elaboramos a partir dos níveis propostos por Shen (1975) para a AC e dos níveis propostos por Bocheco (2011) para a AT.

### **2.2.2 Análise dos achados referentes às características da intervenção pedagógica propriamente dita**

Para a análise dos achados referentes às características da intervenção pedagógica propriamente dita, consideramos as questões norteadoras e as atividades desenvolvidas na intervenção pedagógica.

Neste sentido, para as análises relativas à mobilização de aspectos sociocientíficos envolvidos na respectiva QSC, consideramos as questões norteadoras e as seguintes categorias analíticas destacadas por Conrado e Nunes-Neto (2018) baseados em Conrado (2017): percepção de diferentes complexidades e múltiplas perspectivas; desenvolvimento de argumentos sobre o caso; compreensão de teorias e conceitos científicos e investigação de técnicas e tecnologias



relacionadas à QSC; entendimento de implicações e influências de sociedade, política e valores de atores sociais envolvidos; emissão de juízos sobre esses atores sociais e consequências socioambientais das diferentes decisões; posicionamento a respeito da QSC relacionada ao caso e tomada decisões socio ambientalmente responsáveis.

Quanto às análises da mobilização de habilidades, consideramos as atividades desenvolvidas na intervenção pedagógica, considerando como categorias analíticas, com base em Cross e Price (2002): 1) entendimento dos argumentos, que se refere à compreensão das justificativas na defesa dos posicionamentos; 2) julgamento da posição dos especialistas, relativo às justificativas científicas serem ou não suficientes para a discussão; 3) pesquisa na literatura e no campo, que envolve a busca por fontes de informações para fundamentar posicionamentos e trazer novos fatos para o debate; 4) participação democrática nas tomadas de decisões (CROSS; PRICE, 2002; LOPES, 2010).

## **CAPÍTULO 3. OS ACHADOS**

Neste capítulo analisamos os achados da pesquisa. Dividimos as discussões sobre os achados em dois momentos: os achados relativos aos efeitos da intervenção; e os achados relativos às características da intervenção propriamente dita.

Inicialmente, as análises foram realizadas considerando os achados relativos aos efeitos da intervenção, com base nas análises: 1) das repostas dos alunos para a solução do caso e para as questões norteadoras no primeiro momento da intervenção pedagógica; 2) das repostas dos alunos para a solução do caso e para as questões norteadoras no quarto momento da intervenção pedagógica; e 3) dos níveis de ACT dos estudantes após o desenvolvimento da intervenção pedagógica.

Em seguida, discutimos as análises realizadas são referentes aos achados relativos às características da intervenção propriamente dita, considerando: 1) da mobilização de habilidades a partir do desenvolvimento das atividades desenvolvidas na intervenção pedagógica; e 2) das potencialidades e dificuldades das questões norteadoras na mobilização de aspectos sociocientíficos.

### **3.1 ACHADOS RELATIVOS AOS EFEITOS DA INTERVENÇÃO**

Os achados discutidos, relativos aos efeitos da intervenção, são referentes: às repostas para a solução do caso e para as questões norteadoras no primeiro momento da intervenção pedagógica, com o objetivo de identificar as concepções prévias dos estudantes sobre a QSC Poluição por plásticos; e às repostas para a solução do caso e para as questões norteadoras no quarto momento da intervenção pedagógica, com os objetivos de analisar as concepções dos estudantes sobre Poluição por plásticos após o desenvolvimento da intervenção pedagógica, e identificar níveis de ACT dos estudantes após o desenvolvimento da intervenção pedagógica.

#### **3.1.1 Análise das repostas dos alunos para a solução do caso e para as questões norteadoras no primeiro momento da intervenção pedagógica**

Inicialmente, apresentamos as soluções propostas pelos grupos de estudantes para o caso (Qual seria a causa da morte dos peixes e como solucionar esse

problema?), no primeiro momento da intervenção, conforme as transcrições do quadro 4.

**Quadro 4 –** Resoluções propostas para o caso pelos grupos de estudantes no primeiro momento da intervenção pedagógica

Grupos	Propostas de resoluções
GP 1	“Problemas: Poluição, omissão do poder público, problemas ambientais e falta da conscientização dos fabricantes. Soluções: Afastar o lixão da cidade e do rio; ter coleta seletiva na cidade; palestra para conscientizar os fabricantes para que produzam plásticos e produtos alternativos”.
GP 2	“De antemão, percebe-se que a causa da morte dos peixes é dada ao consumo de lixos acidentalmente. Nisso, acreditamos que a solução seria a criação de um aterro sanitário acompanhado de uma coleta seletiva. Além disso, a limpeza dos rios seria algo essencial, e também a conscientização da comunidade”.
GP 3	“O excesso de lixos no rio estar causando as mortes das algas, e assim as mortes dos peixes por falta de nutrientes e oxigênio. Na busca de outra fonte de alimento os peixes se alimentavam dos plásticos que eram jogados no rio. Com isso conclui-se que devem evitar a poluição do dia a dia, pois quanto menos lixões acumulados, menos as chances de se ter que jogar para esvaziá-los”.
GP 4	“A razão para explicar porque os peixes estão morrendo não é o esgoto, mas sim, a falta de oxigênio, porque, os lixos que estão se acumulando no rio fazem com que as algas acabem sufocando, fazendo com que a quantidade de oxigênio diminua. Com isso, os peixes acabam se situando na superfície em busca de oxigênio, porém como a superfície está contaminada, faz com que os peixes venham a óbito. A solução seria solucionar esse problema com a criação de aterros sanitários, conscientizar a população para não descartar lixo no rio, a coleta seletiva, e que o estado disponibilize uma vigilância eficiente para os locais contaminados”.
GP 5	“A causa é a poluição dos lençóis freáticos, por meio da decomposição das matérias orgânicas presente no lixo. Podemos solucionar com o tratamento do lixo e o descarte certo desse lixo”.

**Fonte:** Autor (2020).

Quanto à causa da morte dos peixes todos os grupos identificam que o elemento causador seja a poluição por lixos plásticos, e elencam aspectos diferentes sobre esta questão. O GP1 responde que o problema é a poluição e a omissão do poder público. Para o GP 2, as mortes dos peixes foram causadas pela ingestão acidental de lixo. O GP 3 afirma que o lixo causou a morte das algas faltando assim nutrientes e oxigênio para os peixes. O GP 4 responde que foi a falta de oxigênio provocada pelo acúmulo de lixo no rio. E o GP 5 diz que as mortes foram causadas pela poluição dos lençóis freáticos devido a decomposição das matérias orgânicas

presente no lixo. De modo geral, podemos dizer que as respostas dos grupos estão voltadas para o fator da causa sendo provocada pelo lixo, por diferentes formas.

Quanto às soluções para o problema da morte dos peixes, os grupos propõem: Afastar o lixão da cidade e do rio; ter coleta seletiva na cidade; palestra para conscientizar os fabricantes para que produzam plásticos e produtos alternativos (GP 1); criação de um aterro sanitário acompanhado de uma coleta seletiva, a limpeza dos rios e a conscientização da comunidade (GP 2); evitar a poluição no dia-a-dia (GP 3); criação de aterros sanitários, conscientizar a população para não descartar lixo no rio, a coleta seletiva, e que o estado disponibilize uma vigilância eficiente para os locais contaminados (GP 4); e o tratamento do lixo e o descarte certo desse lixo (GP 5).

Em síntese, nas concepções prévias dos estudantes sobre a QSC Poluição por plásticos, destacamos como causa da morte dos peixes, a presença de resíduos plásticos, ocasionando diversos problemas, como, por exemplo, a ingestão de plásticos pelos peixes de forma acidental, a poluição dos lençóis freáticos devido a decomposição de matéria orgânica, e a falta de oxigênio e nutriente no rio decorrente do acúmulo de lixo. Sobre as soluções dos estudantes para o caso, podemos destacar, por exemplo, coleta seletiva e conscientização da população.

Neste momento analítico, apresentamos as respostas dos alunos às questões norteadoras, no primeiro momento da intervenção, conforme as transcrições nos quadros 5, 6, 7, 8, 9 e 10.

Para a questão norteadora 1 (Quais procedimentos e técnicas poderão ser realizados para minimizar os impactos causados pelos plásticos?), os alunos responderam:

**Quadro 5** – Respostas dos alunos para a primeira questão norteadora no primeiro momento da intervenção

<b>Alunos</b>	<b>Resoluções propostas para a primeira questão norteadora</b>
A 1	Retiradas de lixões próximos à cidade e rios.
A 2	Uma das soluções para isso é minimizar a produção dos plásticos e fazer a utilização de mais papel recicláveis, também é uma opção fazer o descarte apropriado do lixo.
A 3	Um dos procedimentos poderia ser a reciclagem dos plásticos, pois se queirmos iremos poluir o ar, e se enterrarmos, ele estraga o solo e demora a se decompor.

A 4	Coleta seletiva, reciclagem de objetos reutilizáveis, investir em aterros sanitários e conscientizar a população onde depositar o lixo de maneira certa.
A 5	Informar a população sobre os males da poluição através de programas públicos, etc.
A 6	Coleta seletiva, retirar o lixo que está próximo ao rio.
A 7	Tirar o lixo de perto do rio e da cidade.
A 8	A retirada dos lixos de perto dos rios e também a fabricação de plásticos mais alternativos.
A 9	Coleta dos dejetos que acabam indo para lugares indevidos, realização de palestras em escolas, a fim de conscientizar os estudantes, além de incentivar que os mesmos espalhem o conhecimento. Também é essencial campanhas a favor da reciclagem e distribuir lixeiras.
A10	Coleta seletiva, fiscalização e manutenção da empresa do rio.
A11	A conscientização das pessoas sobre o grande impacto que os plásticos que são descartados indevidamente podem causar.
A 12	Tentar minimizar o uso de objetos feitos de plásticos.
A13	Podem ser feitas algumas soluções com a reciclagem desses plásticos e evitar produzir muito, trocar por papel.
A 14	Fazer os plásticos biodegradáveis.
A15	Incentivar a população para a reciclagem do lixo e construir aterros sanitários para que o lixo não seja enviado para as águas.

Fonte: Autor (2020).

Portanto, sobre os procedimentos e técnicas que poderão ser realizados para minimizar os impactos causados pelos plásticos, os estudantes propuseram: retirada de lixos próximos a cidades e rios; minimizar a produção de plásticos; realização do descarte apropriado do lixo; reciclagem dos plásticos e de objetos reutilizáveis; coleta seletiva; investir em aterros sanitários; conscientização da população sobre o descarte do lixo; coleta dos dejetos que estão em indevidos; realização de palestras para a conscientização dos estudantes; realização de campanhas a favor da reciclagem, distribuição de lixeiras; fiscalização e manutenção do rio; programas públicos para informar a população sobre os males da poluição; produção de plásticos biodegradáveis; incentivar a população a reciclar o lixo.

Em relação à questão norteadora 2 (Os microplásticos são pequenos fragmentos de plásticos com medida inferior a 5 $\mu$ m (5x 10<sup>-9</sup> m). A presença deles no meio ambiente é provocada pelo descarte direto dessas pequenas partículas ou pela degradação de plásticos maiores. Esses microplásticos podem estar presentes nos alimentos e até mesmo na água que sai das nossas torneiras. Você acha que a ingestão de água e alimentos contaminados por estes plásticos pode fazer mal à saúde dos animais e seres humano? E por quê?), ilustramos as respostas dos alunos no quadro 6.

**Quadro 6** – Respostas dos alunos para a segunda questão norteadora no primeiro momento da intervenção

<b>Alunos</b>	<b>Resoluções propostas para a segunda questão norteadora</b>
A 1	Sim, porque os alimentos e água contaminada traz muito risco para nossa assim como doenças.
A 2	Sim, pois o plástico possui substâncias tóxicas que fazem mal, ao organismo.
A 3	Sim, pois a quantidade de plásticos que ingerimos, mesmo sendo pouco, ao contamina os animais e os seres humanos, fazendo com que eles se sufoquem.
A 4	Sim, porque o organismo não ingere celulose.
A 5	O plástico causa malefício nos organismos dos seres vivos, animais e seres humanos.
A 6	Sim, pois como são prejudiciais à saúde, traz riscos e doenças a esses seres.
A 7	Sim, pois o lixo orgânico e as águas contaminadas e traz muito risco para trazer doenças para a população.
A 8	Sim, pois esses plásticos contêm alguma substância que faz mal e ao serem ingeridos por peixes e acabam fechando suas têmporas e ocasionando sua morte.
A 9	Se ingeridos com frequência sim, o acúmulo de qualquer tipo de corpo estranho nos organismos pode ocasionar diversos problemas.
A 10	Pelo exemplo que vi no caso da comunidade de Andréa, sim. Nós não ingerimos a celulose presente no plástico.
A 11	Sim, por que terminar por acumular dentro dos animais e seres humanos.
A 12	Sim, porque faz mal para a saúde.
A 13	Pode fazer muito mal a saúde porque pode causar alguns problemas de saúde.
A 14	Sim, pois fere a saúde.

A 15	Com certeza, pois eles podem se acumular dentro do corpo por conta de seu tamanho.
------	--

Fonte: Autor (2020).

Sobre as respostas dos estudantes quanto à contaminação de água e de alimentos por microplásticos para saúde dos animais e seres humanos, podemos listar: o plástico possui substâncias tóxicas que fazem mal ao organismo; alimentos e água contaminados trazem risco como doenças; os plásticos causam malefícios ao organismo dos seres vivos; são prejudiciais à saúde, trazem riscos e doenças para a população; esses plásticos contêm alguma substância que faz mal, e quando ingeridos por peixes pode fechar as têmperas e causar a morte; o acúmulo de qualquer tipo de corpo estranho nos organismos pode causar diversos problemas; pode causar alguns problemas de saúde; podem se acumular dentro do corpo por conta de seu tamanho.

Sobre a questão norteadora 3 (Você acha que os plásticos biodegradáveis podem causar impactos ao meio ambiente? E por que não são comercializados em longa escala? De acordo com seus conhecimentos científicos considerando as problemáticas apresentadas no caso da morte dos peixes, você acha que os plásticos biodegradáveis resolveriam os problemas causados nos solos (como ocorre nos lixões) e nos rios, ou teriam que ser tomadas outras atitudes? Justifique sua resposta), as respostas dos alunos estão transcritas no quadro 7.

**Quadro 7** – Respostas dos alunos para a terceira questão norteadora no primeiro momento da intervenção

Alunos	Resoluções propostas para a terceira questão norteadora
A 1	Não. Acredito que seja a fabricação de alto custo. Seria uma boa iniciativa, com certeza será menos prejudicial que os plásticos comuns.
A 2	Não. Porque precisam de muitos recursos para serem produzidos. Por uma parte seria uma boa opção, mas a melhor opção continua sendo o bom descarte desse lixo.
A 3	Não, porque como são fáceis de se decompor e não precisam de ajuda do meio ambiente, é mais fácil de ser utilizado. Não, não resolveria 100%, mas seria uma quantidade menor de animais mortos.
A 4	Sim, um impacto de modo positivo, porque parte da população não tem consciência. Não resolveria, outras atitudes dever ser tomadas para resolver o impasse, como: coleta seletiva e reciclagem.

A 5	Sim, degradaria mais rápido, ainda não seria uma relação custo-benefício produtiva, por isso não é comercializado. Sim, acho que resolveriam os problemas no solo.
A 6	Não tanto. Pois tem um custo mais alto. Não totalmente, sim deveria tomar outras atitudes, porque o curto tempo de decomposição deles por menor que seja ajudaria.
A 7	Sim, porque o custo é mais alto talvez, ajudaria um pouco, mas não solucionava o problema.
A 8	Sim. Porque possuem um custo muito alto para ser produzido. Não, pois os plásticos biodegradáveis ainda causam um pequeno impacto.
A 9	Não, eles possuem um preço maior que o plástico convencional. Seria uma boa Solução, uma vez que esses plásticos danificam menos o meio ambiente.
A10	Eu acho que sim, mas é um impacto menor, eles não são comercializados em longa escala por custarem mais caro. Teriam que ser tomadas outras atitudes, como a coleta seletiva.
A 11	Acredito que os plásticos biodegradáveis seriam uma ótima solução, mas ainda assim teriam que ser tomadas outras atitudes.
A 12	Não, porque demoram para ser produzidos. Precisaria ser tomada outras atitudes.
A 13	Sim, ajudariam bastante porque não prejudicaria o meio ambiente.
A 14	Resolveria por parte.
A15	Não, pois é bem, mais caro que o plástico normal.

Fonte: Autor (2020).

Portanto, para esta quarta questão norteadora, as respostas dos estudantes foram relativas: a fabricação de alto custo, uma boa iniciativa, menos prejudicial que os plásticos comuns; aos muitos recursos para serem produzidos, por parte seria uma boa opção, mas a melhor opção é o bom descarte do lixo; à facilidade de decomposição, não resolveria 100%, mas diminuiria a quantidade de animais mortos; estes plásticos não resolveria, outras atitudes devem ser tomadas, como coleta seletiva e reciclagem; degradaria mais rápido, não seria uma relação de custo-benefício produtiva por isso não é comercializado; tem um custo mais alto que o plástico convencional; ajudaria um pouco, mas não resolveria o problema; os plásticos biodegradáveis ainda causam impactos; os plásticos biodegradáveis seriam uma ótima solução, mas mesmo assim deveriam ser tomadas outras atitudes; ajudariam bastante por não prejudicarem o meio ambiente.



Quanto à questão norteadora 4 (Os plásticos são materiais que proporcionam uma maior praticidade na vida do ser humano, possuem um baixo custo e uma boa parte desses materiais são descartáveis, esses não dão trabalho para a higienização e conservação. Por exemplo, no caso de um hospital os médicos utilizam batas de plástico para a realização de cirurgia e depois as descartam, se fossem utilizar bastas de algodão o custo para compra seria maior comparado ao valor das batas de plástico, mas poderiam ser utilizadas outras vezes após a lavagem. Você acha que é viável substituir todos os objetos de plástico ou há objetos que não é viável substituí-los? E que solução você daria para o caso desse hospital que descarta grandes quantidades de resíduos plásticos?), transcrevemos as respostas dos alunos no quadro 8.

**Quadro 8** – Respostas dos alunos para a quarta questão norteadora no primeiro momento da intervenção

<b>Alunos</b>	<b>Resoluções propostas para a quarta questão norteadora</b>
A 1	Não é viável substituí-los. Reservar essas batas plásticas para que se possa jogar em lugares adequados.
A 2	Acharia viável trocar os aventais de plástico pelo de algodão, porém, não seria adequado trocar os instrumentos médicos. O que poderia ser feito é descartar esses lixos em lugares apropriados.
A 3	Sim, trocar o plástico por outro tipo de material que não agride o meio ambiente.
A 4	Não é viável substituir todos os objetos, há casos que se deve descartar o objeto, como escova dentária e optar pelas batas de algodão.
A 5	Sim é viável, pois com menos produtos não biodegradáveis. As batas de algodão podem ser lavadas.
A 6	Tem objetos que não é viável substituí-los. Descartar de forma correta e substituir alguns objetos mais viável.
A 7	Não todos, algum sim, utilizar batas de algodão.
A 8	Não é viável substituí-los. Tentar reduzir o uso desses materiais.
A 9	Substituir alguns, por exemplo os canudos plásticos, mas alguns são essenciais. A solução para os hospitais seria a reciclagem dos plásticos.
A 10	É viável continuar com a utilização de plástico, desde que esse seja biodegradável.
A 11	Não acredito que seja viável substituir todos os objetos, mas os mais necessários para o ser humano, sim. Acho que aterro sanitário.

A 12	Há objetos que podem ser substituídos. Reciclar os produtos antes de descartá-los.
A 13	Sim algumas coisas podem ser trocadas por algodão.
A 14	Não é viável a substituição de todos eles.
A 15	Não acredito que seja possível substituir todos, mas alguns como canudos. No caso do hospital, a reutilização de objetos.

Fonte: Autor (2020).

Portanto, em relação a substituição de objetos de plástico e o descarte de materiais plásticos hospitalares, destacamos como respostas dos estudantes: não é viável substituí-los, reservar as batas plásticas para que se possa jogar em lugares adequados; trocar os aventais plásticos pelos de algodão, porém não seria adequado trocar os instrumentos médicos e descarte do lixo em lugares apropriado; trocar os plásticos por outro tipo de material que agrida menos o ambiente; as batas de algodão podem ser lavadas; descartar de forma correta e substituir alguns objetos; tentar reduzir o uso desses materiais; a solução para os hospitais seria a reciclagem dos plásticos; reciclar os produtos antes de descartá-los.

Em relação à questão norteadora 5 (Você acha que no caso da morte dos peixes e na solução desta problemática estão envolvidos os aspectos ético, econômico, político, tecnológico, científico, ambiental e cultural? Se acha que estão envolvidos, explique em que momentos esses aspectos estão inseridos no caso e nos argumentos que você utilizou para a resolução do caso?), as respostas dos alunos estão transcritas conforme quadro 9.

**Quadro 9** – Respostas dos alunos para a quinta questão norteadora no primeiro momento da intervenção

<b>Alunos</b>	<b>Resoluções propostas para a quinta questão norteadora</b>
A1	Sim, as pessoas têm que pensar nos descartes do lixo, a falta da conscientização.
A 2	Sim, isso age na fiscalização.
A 3	Sim, o estado poderia investir em aterros sanitários e a coleta adequada, assim, diminuir a poluição nos rios.
A 4	Não abrange todos, há fatores que levam a causa deste tipo.

A 5	Econômico, seria a comercialização dos plásticos, político, seriam as atitudes que poderiam ser tomadas pelos líderes.
A 6	Sim, os fabricantes no uso das sacolas mais baratas, as omissões do governo e a falta de conscientização dos moradores no descarte do lixo.
A 7	Sim, pois o governo mostra-se omissos a falta de fiscalização com o lixo.
A 8	Políticos e ambiental. Porque não está sendo garantido o direito da população em não ter um ambiente saudável.
A 9	Sim, historicamente as pessoas sempre usam plásticos, além da praticidade e o baixo custo.
A 10	Sim. O governo deveria investir na limpeza de rios, na coleta seletiva e em campanhas de conscientização da população. Além de haver o incentivo para que empresas fabriquem produtos biodegradáveis.
A 11	Sim.
A 12	Não.
A 13	Sim, porque se tivesse um lugar adequado para esse lixo, nada aconteceria.
A 14	Político e cultural.
A 15	Sim, pois se houver investimento tecnológico, talvez seja possível encontrar soluções para essa problemática dos plásticos.

Fonte: Autor (2020).

Quanto ao envolvimento de aspectos ético, econômico, político, tecnológico, científico, ambiental e cultural, no caso da morte dos peixes, os estudantes apontaram: econômico, referente a comercialização dos plásticos, político, seriam as atitudes que poderiam ser tomadas pelos líderes; os fabricantes no uso das sacolas mais baratas, as omissões do governo e a falta de conscientização dos moradores no descarte do lixo; políticos e ambiental, não está sendo atendido o direito da população em não ter um ambiente saudável; o governo deveria investir na limpeza de rios, na coleta seletiva e em campanhas de conscientização da população e incentivo para que empresas fabriquem produtos biodegradáveis; se houver investimento tecnológico, talvez seja possível encontrar soluções para essa problemática dos plásticos.

Sobre a questão norteadora 6 (Que atitudes podem ser tomadas para que a reutilização desses resíduos plásticos promova o favorecimento econômico e social da população?), transcrevemos as respostas dos alunos no quadro 10.

**Quadro 10** – Respostas dos alunos para a sexta questão norteadora no primeiro momento da intervenção

<b>Alunos</b>	<b>Resoluções propostas para a sexta questão norteadora</b>
A 1	Antes de jogar algo pensar se poderá ser consumido, mas uma vez e ver onde você está jogando o lixo.
A 2	Deveria ser produzido sim, pois, o rendimento que é voltado é maior.
A 3	As reutilizações desses resíduos poderiam ser investidas em artes para decoração, ou algo para ajudar o meio ambiente.
A 4	Diminuir a produção e aumentar a utilização de objetos recicláveis.
A 5	A construção de lugares específicos para esse lixo e a conscientização da população.
A 6	Pensar ao jogar o lixo e utilizar menos objetos plásticos.
A 7	Coleta seletiva
A 8	Coleta seletiva.
A 9	A criação de objetos recicláveis, com plásticos que já foram descartados previamente.
A 10	Investimento econômico e a promoção de campanhas que visem alertar a população da importância de uma nova conduta com o meio ambiente.
A 11	A criação de coisas muito utilizadas com os resíduos plásticos.
A12	Utilizar para novas atividades.
A 13	Investimento e fiscalização.
A14	Sendo reciclados.
A 15	A utilização de plásticos biodegradáveis.

Fonte: Autor (2020).

E sobre as atitudes que podem ser tomadas para que a reutilização desses resíduos plásticos promova o favorecimento econômico e social da população, sintetizamos as respostas dos estudantes. Foram elas: reutilização dos resíduos para investir em artes para decoração, ou algo para ajudar o meio ambiente; diminuir a produção e aumentar a utilização de objetos recicláveis; conscientização da população; coleta seletiva; investimento e fiscalização; utilização de plásticos biodegradáveis; investimento econômico e a promoção de campanhas que visem

alertar a população da importância de uma nova conduta com o meio ambiente; construção de lugares específicos para o lixo; utilizar menos plásticos; utilizar menos plásticos.

Portanto, de um modo geral, as concepções prévias dos estudantes sobre a QSC Poluição por plásticos, envolveram as causas para as mortes dos peixes e as soluções para esta problemática. Adicionalmente, os estudantes apresentaram ideias relativas: aos procedimentos e técnicas que poderão ser realizados para minimizar os impactos causados pelos plásticos; à contaminação de água e de alimentos por microplásticos para saúde dos animais e seres humanos; aos impactos dos plásticos biodegradáveis no meio ambiente, sua comercialização, e se resolveria a problemática apresentada no caso da morte dos peixes; à substituição de objetos de plástico por outros; aos aspectos ético, econômico, político, tecnológico, científico, ambiental e cultural envolvidos no caso da morte dos peixes e na solução desta problemática estão envolvidos; e às atitudes que podem ser tomadas para que a reutilização de resíduos plásticos promova o favorecimento econômico e social da população.

### **3.1.2 Análise das repostas dos alunos para a solução do caso e para as questões norteadoras no quarto momento da intervenção pedagógica**

Inicialmente, apresentamos as soluções propostas pelos grupos de estudantes para o caso, quando as perguntas do caso foram retomadas no quarto momento da intervenção, conforme as transcrições do quadro 11.

**Quadro 11** – Resoluções propostas para o caso pelos grupos de estudantes no quarto momento da intervenção pedagógica

<b>Grupos</b>	<b>Propostas de resoluções</b>
GP A	“A causa da morte dos peixes são os plásticos ingeridos por eles. Para solucionar esse problema é necessário a conscientização das pessoas, que elas parem de jogar lixo, poluir o meio ambiente. E cabe também ao poder político multar as pessoas que jogarem lixo no meio ambiente”.
GP B	“O acumulo de lixos no rio, dessa forma impedindo que penetre a luz do sol no rio para que ocorra a fotossíntese dos peixes, fazendo com que eles não consigam sobreviver, será necessário que os lixos sejam depositados em uma área longe do rio, para que os peixes prossigam seu ciclo ”
GP C	“A morte dos peixes pode ter ocorrido por meio da contaminação por microplásticos, pois mesmo sem os peixes terem ingerido diretamente os plásticos, os compostos liberados por eles se misturavam com água, e quando

	os peixes respiravam, eram intoxicados. A solução seria conscientizar a população sobre o mal que o descarte inadequado de plásticos pode causar, a realização de coleta seletiva, já que na cidade até então não havia, e a promoção de campanhas que incentivem as pessoas a diminuir o uso de plásticos, através de reciclagem e da reutilização. ”
GP D	“Causa da morte dos peixes: A partir de todas as informações dadas, observamos que a causa da morte foi o fato que o acúmulo de plásticos na superfície impede a entrada de luz solar no rio, matando os peixes por falta de oxigênio ”.

Fonte: Autor (2020).

Quanto à causa da morte dos peixes, todos os grupos (GP A, GP B, GP C e grupo D) identificaram a poluição por plásticos como causa da morte dos peixes, ao relacionarem-na a fatores decorrentes do acúmulo de lixo com resíduos plásticos. O GP A responde que o problema é a ingestão de plásticos pelos peixes. Para o GP B, as mortes dos peixes foram causadas pelo acúmulo de lixo no rio. O GP C afirma que a morte dos peixes foi causada pela contaminação por microplásticos, ingeridos pelos peixes. O GP D responde que foi devido ao acúmulo de plásticos na superfície do rio, mantando os peixes pela falta de oxigênio.

Quanto às resoluções para a morte dos peixes, os grupos propõem: conscientização das pessoas, aplicação de multas para quem poluir (GP A); depositar os lixos longe do rio (GP B); conscientização da população, a realização de coleta seletiva, e a promoção de campanhas que incentivem as pessoas a diminuir o uso de plásticos, através de reciclagem e da reutilização (GP C); o GP D não destaca nenhuma solução.

Em síntese, quando contrastamos as respostas dos estudantes no primeiro momento da intervenção pedagógica com as respostas deles no quarto momento, para as questões do caso relativas à causa da morte dos peixes e às soluções para esta problemática, não percebemos, avanços significativos nas respostas dos estudantes.

Entretanto, podemos sinalizar alguns aspectos que não haviam sido mencionados pelos estudantes no primeiro momento da intervenção, como, por exemplo, a contaminação por microplásticos ingeridos pelos peixes como a causa da morte (trecho da resposta do GP C) e a aplicação de multa para quem poluir (trecho da resposta do GP A).

Neste momento analítico, apresentamos as respostas dos alunos às questões norteadoras, quando elas foram retomadas no quarto momento da intervenção, conforme as transcrições nos quadros 12,13, 14, 15, 16, e 17.

Para a questão norteadora 1 (Quais procedimentos e técnicas poderão ser realizados para minimizar os impactos causados pelos plásticos?), os alunos responderam:

**Quadro 12 –** Respostas dos alunos para a primeira questão norteadora no quarto momento da intervenção

<b>Alunos</b>	<b>Resoluções propostas por estudantes para a primeira questão norteadora</b>
A1	A produção de mais plásticos biodegradáveis objetivando assim a decomposição mais rápida dos plásticos, e utilizar mais os 3Rs.
A2	Fazer o uso de plásticos biodegradáveis e a boa reciclagem desses plásticos, e também fazer o uso de plásticos verdes com uma boa reciclagem e também na detenção de energia
A3	Usar mais materiais biodegradáveis que se decompõe mais rápido e evitar queimar os plásticos
A4	Reduzir, reciclar e reutilizar
A5	O uso de métodos que favorecem as práticas reutilizáveis, ou produtos biodegradáveis e plástico verde
A6	Utilizando plásticos biodegradáveis e os plásticos verde, e também seguir o lema dos 3Rs
A7	Mais cestos de coleta, sacolas biodegradáveis, garrafas retornáveis
A8	A produção de plásticos biodegradáveis e também colocar em prática os 3Rs Reduzir, Reutilizar, Reciclar.
A9	A produção de plásticos biodegradáveis e plásticos verdes. Além disso, a determinação de locais para depositar esses plásticos. Após isso, a limpeza dos locais afetados.
A10	Os 3Rs reduzir, reciclar e reutilizar
A11	Além de evitar sacolas, canudos, e o uso excessivo, também deve-se investir mais em plásticos biodegradáveis e plásticos verde.
A12	Minimizar o uso e tentar ao máximo não utilizar o plástico.
A13	Carregar sacolas retornáveis, evitar embalagem excessiva de alimentos, adotar um carrinho de feira e diga não aos talheres descartáveis
A14	Os 3Rs reduzir, reciclar e reutilizar: devemos reciclar o quanto for possível e saber exatamente os processos de reutilização e redução.

A15	Além de popularizar o uso de plásticos biodegradáveis e plásticos verdes, é necessário que os plásticos sejam reutilizados em forma de energia, com as usinas verdes, que usam plásticos como forma de combustível.
-----	---

Fonte: Autor (2020).

Em relação aos procedimentos e técnicas que poderão ser realizados para minimizar os impactos causados pelos plásticos, são mencionados pelos estudantes: produção e uso de plásticos biodegradáveis e verde; utilização dos 3 R's (reduzir, reciclar e reutilizar); cesto de coleta; sacolas biodegradáveis; garrafas retornáveis; minimizar o uso de plásticos; utilização de plásticos como fonte de energia, com as usinas verdes.

Em relação à questão norteadora 2 (Os microplásticos são pequenos fragmentos de plásticos com medida inferior a 5nm (5x 10<sup>-9</sup> m). A presença deles no meio ambiente é provocada pelo descarte direto dessas pequenas partículas ou pela degradação de plásticos maiores. Esses microplásticos podem estar presentes nos alimentos e até mesmo na água que saí das nossas torneiras. Você acha que a ingestão de água e alimentos contaminados por estes plásticos pode fazer mal à saúde dos animais e seres humano? E por quê?), ilustramos as respostas dos alunos no quadro 13.

**Quadro 13** – Respostas dos alunos para a segunda questão norteadora no quarto momento da intervenção

Alunos	Resoluções propostas para a segunda questão norteadora
A1	Sim, porque microplásticos são altamente tóxicos, liberando assim toxidade no corpo, dessa forma fazendo mal à saúde de todos os seres.
A2	Sim, pois esses materiais são feitos por elementos tóxicos, e conseqüentemente liberam toxidades no corpo de quem ingere
A3	Os plásticos prejudicam os animais eles ingerem e ao ingerir ele morre asfiziado. E os alimentos os alimentos contaminados pelas plásticas prejudicam a saúde do ser humano pode causar doença dentro do organismo.
A4	Sim, pois pode haver o acúmulo no intestino dos indivíduos
A5	Sim, devido a degradação do produto que pode levar toxinas, contaminando alimentos ou água com toxinas.
A6	Sim, porque pode afetar principalmente o ser humano, a inalação pode causar doenças respiratórias ou até câncer.



A7	Sim, porque podem ser tóxicos
A8	Sim, porque os microplásticos liberam substâncias tóxicas
A9	Sim, pois, além de ser facilmente ingeridos, qualquer plástico é altamente tóxico.
A10	Sim, pelo fato do plástico ser tóxico, o que pode causar problema de saúde como o câncer
A11	Com certeza, pois eles podem ficar armazenados no organismo, e principalmente na veia sanguínea.
A12	Sim, oferece risco à saúde
A13	Sim, porque esses microplásticos são tóxicos para os seres vivos
A14	Sim, por causa da toxicidade desses microplásticos.
A15	Com certeza, pois os plásticos são tóxicos, causa maléficos ao corpo, e podem entrar na corrente sanguínea e se acumula no intestino.

Fonte: Autor (2020).

Sobre as respostas dos estudantes quanto à contaminação de água e de alimentos por microplásticos para saúde dos animais e seres humanos, podemos destacamos: os microplásticos são tóxicos, liberam toxidade ao corpo provocando mal à saúde de todos seres vivos; prejudicam os animais que o ingere e pode morrer asfixiado e os alimentos contaminados pelos plásticos podem causar doença dentro do organismo; pode haver o acúmulo no intestino dos indivíduos; devido a degradação de produtos maiores podem contaminar alimentos e água com toxinas; liberam substâncias tóxicas; podem ficar armazenados no organismo, e principalmente na veia sanguínea e se acumular no intestino.

Sobre a questão norteadora 3 (Você acha que os plásticos biodegradáveis podem causar impactos ao meio ambiente? E por que não são comercializados em longa escala? De acordo com seus conhecimentos científicos considerando as problemáticas apresentadas no caso da morte dos peixes, você acha que os plásticos biodegradáveis resolveriam os problemas causados nos solos (como ocorre nos lixões) e nos rios, ou teriam que ser tomadas outras atitudes? Justifique sua resposta), as respostas dos alunos estão transcritas no quadro 14.

**Quadro 14 –** Respostas dos alunos para a terceira questão norteadora no quarto momento da intervenção

Alunos	Resoluções propostas por estudantes para a terceira questão norteadora
A1	Sim, plásticos biodegradáveis causam impacto ao meio ambiente, porém menos impacto que os plásticos comuns. Por conta do alto custo, acredito outras atitudes devem ser tomados como a conscientização em praticar os 3Rs (Reduzir, Reutilizar e Reciclar).
A2	Ajudaria apenas por uma parte pois eles ainda têm 180 dias para degradarem então não seria uma opção totalmente viável, já que, ainda é preciso tomar atitudes
A3	Não são comercializados em longa escala porque o custo dela é alto. Eles não causam tanto impacto no ambiente se decompõe rápido cerca de 180 dias para se decompor
A4	Não tanto quanto o plástico sintético. Porque custa muito. Não, porque mesmo as pessoas jogando os biodegradáveis nos rios traria produção.
A5	Não adianta, não são comercializados em larga escala por seu custo com recursos serem altos. Poderiam resolver porque esses plásticos liberam água no solo e essa é consumida pelas plantas.
A6	Podem diminuir só por um tempo os impactos, não são muito comercializados porque tem um custo alto.
A7	Sim, porque eles sofrem compostagens no aterro.
A8	Sim, mas causam menos impactos pelo fato de se degradar, mais rápido que os plásticos comuns. Não são comercializados em grande escala devido ao alto custo de sua produção. Outras atitudes devem ser tomadas, uma por exemplo, conscientizar a população a utilizar o 3Rs como forma de solução para essa problemática.
A9	Sim, porém menos que os industrializados por petróleo. Não são produzidos em grande escala devido ao alto custo de produção. Não, além da produção, deve - se tomar medidas para o descarte.
A10	Podem causar impactos, embora menores que os outros plásticos e a utilização não se dá em larga escala pelo alto preço. Apenas a utilização de biodegradáveis não resolveria os problemas ambientais, sendo necessária uma mudança de postura da população.
A11	Não, porque a produção é cara. Sim, pois os plásticos biodegradáveis se decompõem de maneira mais rápida.
A12	Não, por conta da falta de confiança e expectativa. Além de só usar os plásticos biodegradáveis seria necessário também ter conscientização.
A13	Sim, os plásticos biodegradáveis seria uma ótima solução para o meio ambiente e ajudaria muito também no caso dos animais marinhos e no solo.

A14	Sim, os plásticos biodegradáveis pode ser uma ótima solução e não são comercializados por causa do custo de fabricação também, ajudariam bastante os problemas causados.
A15	Não, porque seu preço é alto. Provavelmente, porque os plásticos biodegradáveis se decompõem rapidamente e a maioria volta para a natureza.

Fonte: Autor (2020).

Portanto, para esta terceira questão norteadora, as respostas dos estudantes foram relativas: os plásticos biodegradáveis causam impactos ao meio ambiente, porém causam menos impactos que os plásticos comuns, devem ser tomadas atitudes como a conscientização e a prática dos 3 R's (reduzir, reutilizar e reciclar); não são comercializados em longa escala pelo alto custo de produção; apenas a resolução dos biodegradáveis não resolveria o problema, sendo necessário uma mudança na postura da população.

Quanto à questão norteadora 4 (Os plásticos são materiais que proporcionam uma maior praticidade na vida do ser humano, possuem um baixo custo e uma boa parte desses materiais são descartáveis, esses não dão trabalho para a higienização e conservação. Por exemplo, no caso de um hospital os médicos utilizam batas de plástico para a realização de cirurgia e depois as descartam, se fossem utilizar batas de algodão o custo para compra seria maior comparado ao valor das batas de plástico, mas poderiam ser utilizadas outras vezes após a lavagem. Você acha que é viável substituir todos os objetos de plástico ou há objetos que não é viável substituí-los? E que solução você daria para o caso desse hospital que descarta grandes quantidades de resíduos plásticos?), transcrevemos as respostas dos alunos no quadro 15.

**Quadro 15:** – Respostas dos alunos para a quarta questão norteadora no quarto momento da intervenção

Alunos	Resoluções propostas por estudantes para a quarta questão norteadora
A1	Alguns objetos não são viáveis substituí-los. Já que não sai fabricação de batas de algodão, eles ao menos deveriam fabricar plásticas biodegradáveis.
A2	Não seria viável substituir todos os objetos pois, cada utensílio, têm sua particularidade, porém a solução para esse hospital que exagera no uso de plástico seria a esterilização desses objetos.
A3	Se o hospital utiliza os 3Rs reduzir, reutilizar e reciclar. Se eles colocarem batas de algodão e batas de plástico seria uma ótima forma de reduzir os plásticos nos hospitais.

A4	Não, cada plástico é utilizado para uma coisa específica, se for quebrado essa linha de paradigma pode levar a uma falha de estabilidade.
A5	Há certas situações onde substituir plásticos não seriam só solução, seria precisa alguma forma mais econômica de se usar esse investimento a mais, se possível para melhor segurança para não serem descartados com frequência.
A6	Na maioria das vezes dá para substituir, nesse caso deveria usar uma matéria mais ecológica ou esteriliza com muito mais cuidado.
A7	Sim, as batas poderiam ser substituídas por batas de tecido
A8	As substituições dos objetos de plástico não são viáveis. Uma solução alternativa seria a produção de batas de plástico biodegradáveis.
A9	Não todos, existem alguns casos que é essencial a utilização de plásticos. No caso dos hospitais a substituição dos plásticos talvez não seja viável.
A10	É viável substituir alguns, mas não todos tendo em vista que os hospitais lançam tanto resíduo plástico eles poderiam substituir alguns tem de plástico por outros materiais.
A11	Não. Alguns não são viáveis substituir
A12	Sim, substituir por produtos com mais longevidade de uso.
A13	Em alguns casos sim, assim teria uma grande diminuição de produção e desgosto com o meio ambiente, mas em outros casos seria viável o uso da esterilização
A14	Sim, é viável substituir alguns objetos. Uma solução seria ter mais objetos viáveis para reutilizar.
A15	Não. É impossível

Fonte: Autor (2020).

Portanto, em relação a substituição de objetos de plástico e o descarte de materiais plásticos hospitalares, destacamos como respostas dos estudantes: não seria viável substituir todos os objetos, poderia ser feita a esterilização dos objetos; fabricação de batas de plásticos biodegradáveis; o hospital deveria usar os 3 R's (reutilizar, reduzir e reciclar); substituir as batas de plásticos por batas de tecido; substituir alguns objetos plásticos por de outros materiais.

Em relação à questão norteadora 5 (Você acha que no caso da morte dos peixes e na solução desta problemática estão envolvidos os aspectos ético, econômico, político, tecnológico, científico, ambiental e cultural? Se acha que estão envolvidos, explique em que momentos esses aspectos estão inseridos no caso e nos argumentos que você utilizou para a resolução do caso?), as respostas dos alunos estão transcritas conforme quadro 16.

**Quadro 16:** – Respostas dos alunos para a quinta questão norteadora no quarto momento da intervenção

Alunos	Resoluções propostas para a quinta questão norteadora
A1	Sim, uma vez que o cidadão tem se comportado como um, em meio social (aspecto ético). O econômico está envolvido em não querer investir nos plásticos biodegradáveis. O científico em busca de novos métodos de plásticos que possam se decompor com mais facilidade já que a população não consegue parar de consumir os plásticos.
A2	Estão envolvidos pois, e preservação do meio ambiente é um aspecto que envolve diversos setores para que essa problemática seja totalmente resolvida.
A3	Sim. Porque as pessoas não pensam no meio ambiente, jogando lixo no meio ambiente e o governo deveria multar essa pessoa que poluem o meio ambiente.
A4	Ética= falta de educação da população em jogar os lixos nos lugares não adequados econômico=porque com a morte dos peixes os pescadores não têm como trabalhar e sustentar sua família tecnológico =falta de tecnologia em desenvolver novos plásticos favoráveis ao meio ambiente científica= ausência de pesquisa para solucionar problemas ambiental=essas ações afeta o meio ambiente cultural= a cultura de não fazer o que é certo político= os políticos não fazem nada perante isso.
A5	Alguns deles podem estar envolvidos, com o meio científico tecnológico de indústrias de fabricas a produzir esses, para se reduzir a produção e a liberação desses resíduos na água e falta de investimento pelas pessoas na técnica das coisas bem verdes.
A6	Sim, com a corrupção política falta pouco investimento no futuro tecnológico, econômico e científico no Brasil, gerando o aumento de poluição e a morte de animais em rios.
A7	Sim, ter a consciência de não jogar lixo no chão, economizar nas sacolas plásticas, política colocar mais cestos de coletas seletivas, divulgação em redes sociais, preservar a natureza.
A8	Sim, o aspecto ético está presente na ação das pessoas. O econômico está relacionado a falta investimento na produção de plásticos biodegradáveis. O científico para que possam ser desenvolvidos plásticos com mais facilidade de se decompor.
A9	Sim, eticamente, jogar lixo nos rios é errado, na economia, o custo de limpar o rio é muito caro, politicamente, os políticos não conscientizam a população, tecnológica, a criação de plástico biodegradáveis, etc.
A10	Com toda certeza com a corrupção, falta investimento no futuro tecnológico e científico do país somado a isso ainda há uma cultura embasada na desordem e regresso, que pediu em nível catastrófico
A11	Sim. Pois muitas pessoas são sem educação e descartam os lixos no chão. Afeta os pescadores, pois os plásticos no rio matam os peixes. Os políticos não se importam em conscientizar, etc.
A12	Sim, a falta de conscientização da parte de todos.

A13	Havendo menos desgaste com os descartáveis, menos plásticos jogado fora e mais reutilização dos objetos reciclando eles
A14	Sim, porque o governo pode criar soluções para ajudar essa problemática
A15	Sim. Pois, por ser mais barato, indústrias apenas visam o lucro, e esquecem a ética. Além disso, e a cultura de comprar o mais barato está implantado em nossa sociedade politicamente, não há incentivo do governo em relação a esse problema

Fonte: Autor (2020).

Quanto ao envolvimento de aspectos ético, econômico, político, tecnológico, científico, ambiental e cultural, no caso da mortes dos peixes, os estudantes apontaram: aspecto ético a falta de educação da população em jogar lixo em lugares não adequados, ações das pessoas; político a falta de ações; econômico a falta de investimento em biodegradáveis, com a morte dos peixes os pecadores não têm como se sustentar; custo de limpar o rio, científico a ausência de pesquisa para solucionar os problemas ambientais, a busca de métodos e de plásticos que se decomponham com mais facilidade; tecnológico a falta de investimento, falta de tecnologia em desenvolver novos plásticos favoráveis ao meio ambiente; cultural a cultura de não fazer o que é certo, de comprar o mais barato está implantado em nossa sociedade; ambiental as ações afetam o meio ambiente; político que não conscientiza a população, não há incentivo do governo em relação à esse problema.

Sobre a questão norteadora 6 (Que atitudes podem ser tomadas para que a reutilização desses resíduos plásticos promova o favorecimento econômico e social da população?), transcrevemos as respostas dos alunos no quadro 17.

**Quadro 17** – Respostas dos alunos para a sexta questão norteadora no quarto momento da intervenção

<b>Alunos</b>	<b>Resoluções propostas para a sexta questão norteadora</b>
A1	Fazendo o reaproveitamento dos plásticos, e reciclando
A2	Usando plásticos para obtenção de energia, reutilização e também fazer o uso desses plásticos para o consumo por mão de artesanato e etc.
A3	Usar os 3Rs reduzir, reutilizar e reciclar.
A4	Reciclar como forma de renda, preservar os locais jogando os lixos no devido lugar e preservar o meio ambiente.

A5	Começar processo de reutilização na sociedade com aspectos envolvendo plásticos, e adotar maneiras de reciclagem, maior reaproveitamento com garrafas, sacolas, plásticos de produtos, por plásticos biodegradáveis.
A6	Baixar os impostos dos plásticos ecológicos, e tentar substituir por outra matéria menos poluente
A7	Sim, porque eles não sofrem compostagens no aterro. Uma parte sim,
A8	Esses resíduos podem ser reutilizados através da reciclagem.
A9	A reciclagem como forma de renda de famílias, a criação de fabricas, o que geraria empregos, etc.
A10	Através da transformação dos descartes plásticos em itens usuais
A11	Diminuir a conta de luz devido às usinas verdes e fazer da reciclagem uma nova forma de ganhar dinheiro.
A12	O uso consciente desses resíduos
A13	Carregar sacolas retornáveis, use garrafa reutilizável para toma água e evitar cosméticos com microplásticos.
A14	Algumas atitudes que podem ser tomadas serão, um lugar adequado para pôr os lixos e reciclar mais.
A15	Barateamento de contas de energia, a possibilidade de uma nova fonte de renda com a reciclagem.

Fonte: Autor (2020).

E sobre as atitudes que podem ser tomadas para que a reutilização desses resíduos plásticos promova o favorecimento econômico e social da população, sintetizamos as respostas dos estudantes. Foram elas: a utilização dos 3 R's (reduzir, reciclar e reutilizar) ; utilização de plásticos para obtenção de energia, reutilização e também fazer o uso desses plásticos para o consumo por mão de artesanato; adoção de formas de reciclagem, com maior reaproveitamento com garrafas, sacolas, plásticos de produtos, por plásticos biodegradáveis; baixar os impostos dos plásticos ecológicos; a reciclagem como forma de renda de famílias, a criação de fabricas, o que geraria empregos; barateamento de contas de energia para incentivar a reciclagem.

Em síntese, quando contrastamos as respostas dos estudantes para as questões norteadoras no primeiro e no quarto momento da intervenção pedagógica, podemos identificar alguns avanços. Ou seja, identificamos nas respostas dos estudantes novos aspectos não mencionados por eles no primeiro momento da

intervenção pedagógica, como, por exemplo: a utilização dos 3 R's (reduzir, reutilizar e reciclar), as usinas verdes para a produção de energia a partir dos resíduos plásticos, o uso de sacolas biodegradáveis; a possibilidade dos microplásticos se acumularem no intestino; a produção de batas com plásticos biodegradáveis; os impactos dos plásticos biodegradáveis no meio ambiente, embora em proporções menores; o barateamento de contas de energia e a diminuição impostos para a produção de plásticos ecológicos; entre outros.

### 3.2 ACHADOS RELATIVOS ÀS CARACTERÍSTICAS DA INTERVENÇÃO PROPRIAMENTE DITA

Os achados discutidos sobre a intervenção propriamente dita são referentes às potencialidades e dificuldades das questões norteadoras na mobilização de aspectos sociocientíficos envolvidos na respectiva QSC, e à mobilização de habilidades a partir do desenvolvimento das atividades desenvolvidas na intervenção pedagógica.

#### **3.2.1 Avaliação das potencialidades e limitações das questões norteadoras na mobilização de aspectos sociocientíficos**

Para avaliarmos as potencialidades e limitações das questões norteadoras na mobilização de aspectos sociocientíficos consideramos as respostas dos alunos para as seis questões norteadoras, no quarto momento da intervenção pedagógica.

Neste sentido, algumas das potencialidades destas questões na mobilização de aspectos sociocientíficos envolvidos no caso envolvendo uma QSC sobre poluição por plásticos, foram identificadas.

A primeira potencialidade que identificamos refere-se à mobilização da percepção dos alunos de diferentes complexidades e múltiplas perspectivas (CONRADO; NUNES-NETO, 2018) sobre o caso. Isso porque, considerando respostas dos alunos para a questão norteadora 5 (Você acha que no caso da morte dos peixes e na solução desta problemática estão envolvidos os aspectos ético, econômico, político, tecnológico, científico, ambiental e cultural? Se acha que estão envolvidos, explique em que momentos esses aspectos estão inseridos no caso e nos argumentos que você utilizou para a resolução do caso?), identificamos a mobilização de aspectos científicos (plásticos, toxicidade dos plásticos, plásticos biodegradáveis, tempo de decomposição de bioplásticos, microplásticos, plástico verde), sociais



(coleta seletiva, conscientização da população, reuso, redução de consumo e reciclagem dos plásticos, doenças para população, lixo hospitalar, objetos retornáveis(sacolas), econômicos (custo de produção de plásticos biodegradáveis, criação de fábricas, reciclagem dos plásticos, baixar impostos de plásticos ecológicos), ambientais (não descarte de plásticos em locais não adequados), tecnológicos (reciclagem dos plásticos, plásticos biodegradáveis), e políticos ( aplicação de multas, falta de investimento). A exemplo, temos para esta questão a resposta de A9 “Sim, eticamente, jogar lixo nos rios é errado, na economia, o custo de limpar o rio é muito caro, politicamente, os políticos não conscientizam a população, tecnológica, a criação de plástico biodegradáveis, etc.”.

Identificamos como segunda potencialidade das questões norteadoras, o desenvolvimento de argumentos responsáveis (CONRADO; NUNES-NETO, 2018) quando, por exemplo, para a questão norteadora 1 (Quais procedimentos e técnicas poderão ser realizados para minimizar os impactos causados pelos plásticos?), A1 respondeu “A produção de mais plásticos biodegradáveis objetivando assim a decomposição mais rápida dos plásticos, e utilizar mais os 3Rs”, A3 respondeu “Usar mais materiais biodegradáveis que se decompõe mais rápido e evitar queimar os plásticos” e A5 respondeu “O uso de métodos que favorecem as práticas reutilizáveis, ou produtos biodegradáveis e plástico verde”.

Uma terceira potencialidade que identificamos tem relação ao entendimento de implicações e de influências na sociedade (CONRADO; NUNES-NETO, 2018) acerca da poluição por plásticos, como, podemos evidenciar na resposta de A9 para a questão norteadora 4 relativa à substituição de materiais plásticos por outro tipo de material nos hospitais: “não todos, existem alguns casos que é essencial a utilização de plásticos. No caso dos hospitais a substituição dos plásticos talvez não seja viável”.

A quarta potencialidade identificada é relativa ao posicionamento a respeito da QSC relacionada ao caso e à tomada de decisões socioambientalmente responsáveis (CONRADO; NUNES-NETO, 2018). Isso porque os estudantes, em suas respostas, apresentaram alguns posicionamentos a respeito da poluição por plásticos e ao problema proposto no caso, ao tempo em que indicaram doenças, a toxidade dos plásticos, baixar impostos dos plásticos ecológicos e a conscientização da população sobre reciclagem do lixo, respectivamente. A resposta de A 13 para a questão norteadora 6 (Que atitudes podem ser tomadas para que a reutilização desses resíduos plásticos promova o favorecimento econômico e social da população?),

ilustra alguns posicionamentos: “Carregar sacolas retornáveis, use garrafa reutilizável para toma água e evitar cosméticos com microplásticos”.

Uma quinta potencialidade identificada refere-se à emissão de juízos sobre atores sociais e consequências socioambientais das diferentes decisões (CONRADO; NUNES-NETO, 2018). Essa potencialidade pode ser observada, por exemplo, nas respostas de A3 e A6 para a questão norteadora 5: “Sim. Porque as pessoas não pensam no meio ambiente, jogando lixo no meio ambiente e o governo deveria multar essa pessoa que poluem o meio ambiente” (resposta de A3) e “Sim, com a corrupção política falta pouco investimento no futuro tecnológico, econômico e científico no Brasil, gerando o aumento de poluição e a morte de animais em rios” (resposta de A6).

### 3.2.2 Avaliação da mobilização de habilidades a partir do desenvolvimento das atividades desenvolvidas na intervenção pedagógica

Nesta etapa analítica levamos em consideração a mobilização de habilidades, a partir das atividades desenvolvidas na intervenção pedagógica, as quais são: 1) entendimento dos argumentos, que se refere à compreensão das justificativas na defesa dos posicionamentos; 2) julgamento da posição dos especialistas, relativo às justificativas científicas serem ou não suficientes para a discussão; 3) investigação na literatura e no campo, que envolve a busca por fontes de informações para fundamentar posicionamentos e trazer novos fatos para o debate; 4) participação democrática nas tomadas de decisões, momento de tomada de decisões onde ocorre a exposição de opiniões (CROSS; PRICE, 2002).

Inicialmente, apresentamos no quadro 18, a relação entre as habilidades, conforme Cross e Price (2002), e as atividades desenvolvidas na intervenção pedagógica.

**Quadro 18** – Relação entre habilidades e as Atividades desenvolvidas na intervenção pedagógica

<b>Novas habilidades</b>	<b>Atividades propostas na intervenção</b>
<p><b>Entendimento dos argumentos</b> (Argumentos envolvidos nas discussões para a defesa de seus posicionamentos)</p>	<p>1. Discussão sobre o caso visando a proposição de solução (Primeiro momento da intervenção);</p> <p>2. Discussão sobre o uso e o descarte de resíduos plásticos no meio ambiente, com o intuito de conhecer as concepções prévias dos alunos sobre esta questão (Segundo momento da intervenção);</p>

	<p>3. Proposição de questionamentos sobre diferenças entre os plásticos naturais e sintéticos (Segundo momento da intervenção).</p> <p>4. Discussão nos grupos para sistematizar a solução do caso (Primeiro e quarto momentos da intervenção).</p>
<p><b>Julgamento da posição dos especialistas</b> (Justificativas de base científica)</p>	<p>1. Discussão teórica sobre o conteúdo científico polímeros (Segundo e quarto momentos da intervenção);</p> <p>2. Discussão sobre o uso de plásticos verdes e biodegradáveis, vantagens e desvantagens do uso desses tipos de plásticos (Quarto momento da intervenção).</p>
<p><b>Investigação na literatura e no campo</b> (Busca informações que podem proporcionar a construção de novos conhecimentos, realizando investigações de campo)</p>	<p>1. Desenvolvimento da atividade experimental para a identificação de diferentes tipos de plásticos (Terceiro momento da intervenção).</p>
<p><b>Participação democrática nas decisões</b> (Momento de tomada de decisão e exposição de opinião)</p>	<p>1. Discussão sobre o caso (Primeiro e quarto momentos da intervenção);</p> <p>2. Na tomada de decisão para solucionar o caso e as questões norteadoras (Primeiro e quarto momentos da intervenção).</p>

Fonte: Autor (2020).

A habilidade entendimento dos argumentos, pode ter sido promovida, entre outros momentos, a partir das seguintes atividades: discussão sobre o caso visando a proposição de solução (primeiro momento da intervenção); discussão sobre o uso e o descarte de resíduos plásticos no meio ambiente, com o intuito de conhecer as concepções prévias dos alunos sobre esta questão (segundo momento da intervenção); proposição de questionamentos sobre diferenças entre os plásticos naturais e sintéticos (segundo momento da intervenção); e discussão nos grupos para sistematizar a solução do caso (primeiro e quarto momentos da intervenção).

Por exemplo, no quarto momento, os estudantes tiveram que sistematizar uma solução para o caso, e para isso, mobilizaram argumentos para a defesa de seus posicionamentos como podemos ilustrar com a resposta do GP C para solucionar o caso: “conscientização da população, a realização de coleta seletiva, e a promoção de campanhas que incentivem as pessoas a diminuir o uso de plásticos, através de reciclagem e da reutilização”.

A habilidade julgamento da posição dos especialistas, pode ter sido mobilizada, por exemplo, a partir da discussão teórica acerca do conteúdo científico de polímeros (segundo e quarto momentos da intervenção), e da discussão sobre o uso de plásticos verde e biodegradáveis, vantagens e desvantagens do uso desses tipos de plásticos (quarto momento da intervenção).

Nessas duas atividades da intervenção pedagógica, os estudantes, na elaboração de suas respostas, tiveram a oportunidade de fazer uso dos conceitos relativos ao conteúdo de polímeros e plásticos verdes e biodegradáveis, como podemos evidenciar com a resposta de A 10 para a questão norteadora 3, no quarto momento:

Podem causar impactos, embora menores que os outros plásticos e a utilização não se dá em larga escala pelo alto preço. Apenas a utilização de biodegradáveis não resolveria os problemas ambientais, sendo necessária uma mudança de postura da população.

A habilidade de investigação na literatura e no campo, pode ter sido promovida na atividade experimental para a identificação de diferentes tipos de plásticos (terceiro momento da intervenção), considerando que nesta atividade, os estudantes acompanharam o experimento, registraram suas anotações, identificaram diferentes tipos de plásticos, e produziram os relatórios individuais.

A participação democrática nas decisões, foi uma habilidade que pode ter sido desenvolvida pelos estudantes, na discussão sobre o caso (primeiro e quarto momento da intervenção) e na tomada de decisão para solucionar o caso e na resolução das questões norteadoras (primeiro e quarto momento da intervenção). Nesse sentido, quando os estudantes em seus grupos sistematizaram a causa da morte dos peixes e as soluções para o caso, fizeram o exercício da participação na tomada de decisões coletivamente.

Portanto, a partir das análises relativas aos efeitos da intervenção pedagógica e às características da intervenção pedagógica propriamente dita, realizadas até este momento, podemos atender ao objetivo geral desta pesquisa, ou seja, analisar contribuições e limitações de uma intervenção pedagógica com abordagem da QSC Poluição por plásticos para a ACT de estudantes.

Iniciamos a discussão considerando a ACT e os resultados das análises das respostas dos estudantes para a solução do caso e para as questões norteadoras no

quarto momento da intervenção pedagógica, da avaliação das potencialidades e limitações das questões norteadoras na mobilização de aspectos sociocientíficos, e da avaliação da mobilização de habilidades a partir do desenvolvimento das atividades desenvolvidas na intervenção pedagógica.

Como contribuições da intervenção pedagógica com abordagem da QSC Poluição por plásticos para ACT dos estudantes, podemos destacar, as questões norteadoras e as atividades desenvolvidas na intervenção pedagógica.

Podemos dizer que as questões norteadoras contribuíram para a ACT dos estudantes. A partir das respostas dos estudantes às questões norteadoras, no quarto momento da intervenção, evidenciamos os níveis de ACT prática e de ACT cívica. Para exemplificar o nível de ACT prática, caracterizado pelo uso de conhecimentos científicos e conhecimentos tecnológicos para satisfazer necessidades básicas e melhorar condições de vida das pessoas no cotidiano, lançamos mão da resposta de A2 para a questão norteadora 1 (Quais procedimentos e técnicas poderão ser realizados para minimizar os impactos causados pelos plásticos?): “Fazer o uso de plásticos biodegradáveis e a boa reciclagem desses plásticos, e também fazer o uso de plásticos verdes com uma boa reciclagem e também na detenção de energia”.

E para evidenciar o nível da ACT cívica, que consiste na compreensão consciente e informada acerca de questões relativas à ciência e à tecnologia que culmine em uma participação mais ativa na sociedade diante de tais questões, ilustramos a resposta de A13 para a questão norteadora 6 (Que atitudes podem ser tomadas para que a reutilização desses resíduos plásticos promova o favorecimento econômico e social da população?): “Carregar sacolas retornáveis, use garrafa reutilizável para toma água e evitar cosméticos com microplásticos”.

Vale destacar que as questões norteadoras, ao tempo em que contribuíram para mobilizar aspectos sociocientíficos, podem ter contribuído, associadas as outras atividades desenvolvidas, para a ACT dos estudantes.

Quanto às atividades desenvolvidas na intervenção, algumas contribuições para a ACT dos estudantes podem ser destacadas, à medida que elas, em conjunto, promoveram o entendimento de argumentos, o julgamento da posição de especialistas, a investigação no campo, e a participação democrática nas decisões, conforme analisamos anteriormente. Estas habilidades podem ter favorecido os níveis de ACT prático e cívico dos estudantes.

Por exemplo, ao considerarmos que o desenvolvimento da atividade experimental pode ter possibilitado aos estudantes a habilidade de investigação no campo, podemos dizer que esta habilidade pode ter contribuído para a ACT prática considerando que, por meio desta habilidade, os estudantes lançaram mão do conceito de densidade para, por exemplo, identificar os diferentes tipos de plásticos.

Do mesmo modo, ao considerarmos que o desenvolvimento da discussão sobre o caso e a tomada de decisão para solucioná-lo pode ter promovido a habilidade de participação democrática nas decisões, podemos dizer que esta atividade pode ter contribuído para o nível de ACT cívico dos estudantes, para a qual a participação ativa é uma questão central.

Como limitações da intervenção pedagógica com a abordagem da QSC Poluição por plásticos para a ACT dos estudantes, podemos citar o curto tempo que foi reservado para abordagem do caso, o qual não foi suficiente para contemplar nas discussões todos os aspectos sociocientíficos relacionados à problemática que foi apresentada no caso, ao modo que não percebemos avanços significativos nas respostas dos estudantes para as questões do caso relativas à causa da morte dos peixes e às soluções para esta problemática, ao compararmos as respostas dadas pelos grupos de estudantes no primeiro momento e no quarto momento da intervenção pedagógica, embora tenhamos sinalizados alguns aspectos que não haviam sido mencionados pelos estudantes no primeiro momento da intervenção, como, por exemplo, a contaminação por microplásticos ingeridos pelos peixes como a causa da morte (trecho da resposta do GP C) e a aplicação de multa para quem poluir (trecho da resposta do GP A).

Outra limitação da intervenção pedagógica com a abordagem da QSC Poluição por plásticos para a ACT dos estudantes que podemos apontar, diz respeito ao fato das questões norteadoras utilizadas na intervenção não terem contribuído para a “compreensão de teorias e conceitos científicos e investigação de técnicas e tecnologias relacionadas à QSC”, como propõem (CONRADO; NUNES-NETO, 2018, p.90).

Uma terceira limitação da intervenção, diz respeito ao nível da ACT cultural, que objetiva a compreensão da natureza da ciência e da natureza da tecnologia como realizações humanas e de suas relações com a sociedade. Isso porque, não identificamos nas questões do caso, nas questões norteadoras e nas atividades desenvolvidas aspectos que pudessem promover este nível de ACT.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises realizadas neste estudo, podemos identificar contribuições e limitações da intervenção pedagógica com a abordagem da QSC Poluição por plásticos para a ACT de estudantes, participantes da pesquisa.

Como contribuições podemos destacar as questões norteadoras e as atividades desenvolvidas na intervenção pedagógica. As questões norteadoras, em conjunto com atividades desenvolvidas, contribuíram para os estudantes desenvolverem os níveis de ACT prática e de ACT cívica. Adicionalmente, as questões norteadoras contribuíram na mobilização de diferentes aspectos sociocientíficos.

Adicionalmente, as atividades desenvolvidas na intervenção pedagógica podem ter contribuído para a mobilização de habilidades e, por conseguinte, contribuído para os níveis de ACT identificados.

Como limitações da intervenção pedagógica com abordagem da QSC Poluição por plásticos para a ACT de estudantes, apontamos o tempo que foi reservado para a abordagem do caso, evidenciamos que não foi suficiente para favorecer nas discussões a mobilização de todos os aspectos sociocientíficos envolvidos à problemática apresentada no caso, uma vez que não percebemos avanços significativos nas respostas dos estudantes para as questões do caso, no início e no final da intervenção. Neste sentido, podemos destacar que o uso de caso na abordagem de QSC é um de seus aspectos principais, entretanto, é necessário considerar como o caso vai ser trabalhado na sala de aula.

Outra limitação que identificamos foi o fato do caso, das questões norteadoras e das atividades desenvolvidas não envolverem aspectos que pudessem promover o nível de ACT cultural.

Portanto, esses resultados podem contribuir para as discussões da área de ensino de ciências, no que diz respeito a abordagem de QSC como estratégia didática para o desenvolvimento da ACT dos estudantes.

Para investigações futuras, analisar como uma intervenção pedagógica com abordagem de QSC pode contribuir para o desenvolvimento do nível de ACT cultural, parece-nos uma agenda de pesquisa promissora.

Por fim, destacamos as contribuições dos pressupostos da pesquisa do tipo intervenção pedagógica para esta pesquisa. Nesse sentido, considerar o método da

intervenção e o método da avaliação da intervenção nos possibilitou um delineamento dos objetivos específicos, como bem uma descrição metodológica da pesquisa mais esclarecedora.

Além disso, os pressupostos teóricos e metodológicos da pesquisa do tipo intervenção, em relação às duas dimensões analíticas dos achados, ou seja, aos efeitos da intervenção pedagógica e à análise da intervenção pedagógica propriamente dita, contribuíram para o atendimento dos objetivos específicos com vistas ao alcance do objetivo geral que delineamos.



## REFERÊNCIAS

ACEVEDO DÍAZ, J. A.; ALONSO, A. V.; MANASSERO-MAS, M. A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Madrid, v.2 n. 2, p.80-111, 2003.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio: Pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, 2001.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental**. Brasília: Ministério da Educação, 2017. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2020.

\_\_\_\_\_. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2020.

\_\_\_\_\_. Lei nº. 13.146, de 6 de jul. de 2015. **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm)> Acesso em: 25 out. 2020.

BOCHECO, O. **Parâmetros para a abordagem de evento no enfoque CTS**. 2011. 165 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/95281/294999.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 25 out. 2020.

CASTRO, R.F.; DAMIANI, M.F. Uma intervenção sobre a escrita acadêmica: o que dizem as estudantes de Pedagogia à distância?. **Educação**, Santa Maria, v.42, n. 1, p. 85-98, jan./abr.2017.

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

CONRADO, D. M. **Questões Sociocientíficas na Educação CTSA**: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico. 2017. 218 f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/24732/1/Tese-DaliaMelissaConrado-2017-QSC-CTSA-Final.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2020.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. Questões sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Org). **Questões Sociocientíficas: Fundamentos, Propostas de Ensino e perspectivas para Ações Sociopolíticas**. Salvador: Edufba, 2018.p.77-118.

CROSS, R.; PRICE, R. Teaching Controversial Science for Social Responsibility: The case of Food Production. In: ROTH, W.; DÉSAUTELS, J. **Science Education as/for sociopolitical action**. New York: Peter Lang Publishing, p.99-123, 2002. Disponível em: <[https://www.jstor.org/stable/42977982?readnow=1&seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/42977982?readnow=1&seq=1#page_scan_tab_contents)>. Acesso em: 30 set. 2020.

DAMIANI, M.F. *et al.* Discutindo pesquisa do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, Pelotas, v.45, p.57-67, 2013.

DeBOER, G. E. Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 37, n. 6, p. 582-601, 2000.

FREIRE, P. **A importância do ato de ler**: em três artigos que se complementam. 23ª ed. São Paulo: Cortez, 1989.

\_\_\_\_\_. **Educação como prática da liberdade**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da autonomia**: Saberes necessários à prática educativa. 25ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

FIRME, R. N.; Amaral, E.M.R. Analisando a Implementação de uma Abordagem CTS na Sala de Aula de Química. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 2, p. 383-399, 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v17n2/a09v17n2.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2020.

GOLDIM, J.R. Consentimento e informação: a importância da qualidade do texto utilizado. **Revista HCPA**, p.117-22, 2006. Disponível em: <<https://www.univates.br/media/Etica/leituras/Consentimento-e-informacao.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2020.

HERREID, C.F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998. Disponível em: <[https://www.jstor.org/stable/24892413?readnow=1&seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/24892413?readnow=1&seq=1#page_scan_tab_contents)>. Acesso em: 30 set. 2020.

LACERDA, G. Alfabetização científica e formação profissional. **Educação & Sociedade**, ano XVIII, n. 60, p. 91-108, 1997.

LAUGKSCH, R.C. Scientific Literacy: A Conceptual Overview, **Science Education**, v.84, n.1, 71-94, 2000.

LOPES, N.C. **Aspectos formativos da experiência com questões sociocientíficas no ensino de ciências sob uma perspectiva crítica**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2010. Disponível em: <[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90954/lopes\\_nc\\_me\\_bauru.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90954/lopes_nc_me_bauru.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 25 out. 2020.

LORENZETTI, L. **Alfabetização científica nas séries iniciais**. 2000. 143 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2000. Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/79312/161264.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 21 jan. 2020.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 45-61, jan./jun. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v3n1/1983-2117-epec-3-01-00045.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2020.

LORENZETTI, L. SIEMSEN, G. H.; OLIVEIRA, S. Parâmetros de Alfabetização Científica e Alfabetização Tecnológica na Educação em Química: analisando a temática ácidos e bases. **ACTIO**, Curitiba v.2, p. 4-22, jan./ jun. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/download/5019/3435>>. Acesso em: 04 mar. 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. 3, p. 165- 171, 2009. Disponível em: <[http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31\\_3/03-QS-0809.pdf](http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_3/03-QS-0809.pdf)>. Acesso em: 22 jun. 2020.

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

PÉREZ, L.F.M.; CARVALHO, W.L.P. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 38, n. 03, p. 727-741, jul./set. 2012.

PIATTI, T.M. **Plásticos**: características, usos, produção e impactos ambientais. Maceió: EDUFAL, 2005.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-74, 2007.

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

REIS, P.; GALVÃO, C. Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 131-160, 2005.

ROSA, T. F.; LAMBACH, M.; LOREZENTTI, L. Nível de Alfabetização Científica e Tecnológica dos itens de Química do Enem/2016. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Santa Catarina. **Anais [...]**. Santa Catarina: Florianópolis, 2017. Disponível em: <[https://www.google.com.br/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0967-1.pdf&ved=2ahUKEwix\\_cT\\_krHoAhWWH7kGHbArC\\_IQFjAAegQIBBAB&usg=AOvVaw1Fy4mK\\_y41Twyrfz-3steV&csid=1584986237692](https://www.google.com.br/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0967-1.pdf&ved=2ahUKEwix_cT_krHoAhWWH7kGHbArC_IQFjAAegQIBBAB&usg=AOvVaw1Fy4mK_y41Twyrfz-3steV&csid=1584986237692)>. Acesso em: 23 mar. 2020.

SADLER, T. D. Informal reasoning regarding socioscientific issues: a critical review of research. **Journal of Research in Science Teaching**, New York, v. 41, n. 5, p. 513-536, 2004.

SANTOS, P. G. F. *et. al.* A abordagem de questões sociocientíficas no ensino de ciências: uma compreensão das sequências didáticas propostas por pesquisas na área. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. **Atas** [...]. Campinas: UNICAMP, 2011. Disponível em: <[http://abrapecnet.org.br/atas\\_enpec/viii/enpec/resumos/R1606-1.pdf](http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viii/enpec/resumos/R1606-1.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2020.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. **Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades de limitações**. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p.192, 2009.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SHEN, B. S. P. Science literacy: public understanding of science is becoming vitally needed in developing and industrialized countries alike. *American Scientist*, v. 63, n.3 p. 265-268, 1975. Disponível em:< <https://www.jstor.org/stable/27845461?seq=1>>. Acesso em: 10 jul. 2020.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. Unidade 2- A pesquisa científica. In: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Org). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

SOARES. M. **Letramento**: um tema em três gêneros. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora,2009. Disponível em: < [file:///C:/Users/lenovo/Downloads/SOARES\\_Magda\\_Letramento\\_Um\\_tema\\_de\\_tres%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/lenovo/Downloads/SOARES_Magda_Letramento_Um_tema_de_tres%20(2).pdf)>. Acesso em: 20 out. 2020.

TEIXEIRA, F. M. **Alfabetização científica**: questões para reflexão. *Ciênc. Educ.*, Bauru, vol.19, n.4, p.795-809, 2013.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987. Disponível em: < [http://www.hugoribeiro.com.br/biblioteca-digital/Trivinos-Introducao-Pesquisa-em\\_Ciencias-Sociais.pdf](http://www.hugoribeiro.com.br/biblioteca-digital/Trivinos-Introducao-Pesquisa-em_Ciencias-Sociais.pdf) >. Acesso em: 13 jun. 2020.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Prezado (a) Senhor (a),

O (a) Sr (a). está sendo convidado a participar da pesquisa que envolve: “UMA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA SOBRE POLUIÇÃO POR PLÁSTICOS NO ENSINO DE QUÍMICA: ANÁLISE DE IMPACTOS NA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA”, conduzida por JANAÍNA SANTANA DA SILVA. Este estudo tem por objetivo ANALISAR COMO A ABORDAGEM DE UMA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA SOBRE A POLUIÇÃO POR PLÁSTICOS CONTRIBUI PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NO ENSINO DE QUÍMICA. A coleta de dados ocorrerá durante as aulas, no período de cerca de 5 aulas.

O Sr. tem a liberdade de não participar da pesquisa ou retirar seu consentimento a qualquer momento, mesmo após o início da coleta de dados durante as discussões em sala, sem qualquer prejuízo. Das informações apresentadas pelos indivíduos será assegurado o sigilo de suas identidades. O Sr. não terá nenhuma despesa e não há compensação financeira relacionada à sua participação na pesquisa.

Sua participação é importante e voluntária e vai gerar informações que serão úteis para PRINCIPAIS RESULTADOS ESPERADOS DA PESQUISA.

**Acredito ter sido suficientemente informado a respeito do que li ou foi lido para mim, sobre a pesquisa: " UMA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA SOBRE POLUIÇÃO POR PLÁSTICOS NO ENSINO DE QUÍMICA: ANÁLISE DE IMPACTOS NA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA ". Ficaram claros para mim os propósitos do estudo, os procedimentos, garantias de sigilo, de esclarecimentos permanentes e isenção de despesas. Concordo voluntariamente em participar deste estudo.**

\_\_\_\_\_ / / \_\_\_\_\_

**Assinatura do entrevistado (Caso menor de idade a assinatura do responsável)**

**Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido deste entrevistado OU REPRESENTANTE LEGAL (se for o caso) para a sua participação neste estudo.**

\_\_\_\_\_ / / \_\_\_\_\_


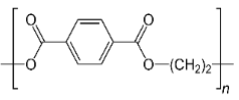


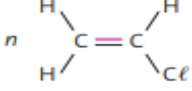


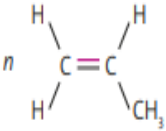
**Assinatura do responsável pelo estudo (Pesquisador)**


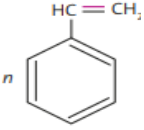
APÊNDICE B - FICHA UTILIZADA NA AULA EXPERIMENTAL (3º momento da intervenção pedagógica)

### Identificação de Plásticos

**Procedimentos:** Anote na tabela as observações realizadas. Por meio da densidade e teste de chama classifique os tipos de plásticos, por meio das informações presentes na tabela, comparando a densidade dos plásticos com a da água, água com sal e do álcool, também observe os resultados da combustão dos plásticos no teste de chamas.

Dados: densidade da água: 1,00 g/mL; densidade do etanol: 0,80 g/mL e densidade da solução saturada de NaCl (sal de cozinha): 1,20 g/mL

Polímero	Sigla	Símbolo de reciclagem	Estrutura do Polímero	Comportamento na água, água com sal e no etanol	Cor da chama	Odor
Polietileno tereftalato	PET					
Polietileno de alta densidade	PEAD		$\text{-(CH}_2\text{)-}$			
Poli (cloreto de vinila)	PVC					
Polietileno de baixa densidade	PEBD		$\text{-(CH}_2\text{)-}$			
Polipropileno	PP					

Poliestireno	PS					
--------------	----	---	---	--	--	--