

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

NATÁLIA GABRIELA LONGO

AGROTÓXICOS COMO UMA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA E AS  
POTENCIALIDADES NO ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO  
CTS

Araras – SP

2023

NATÁLIA GABRIELA LONGO

AGROTÓXICOS COMO UMA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA E AS  
POTENCIALIDADES NO ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO  
CTS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Física, da UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, como requisito parcial para a Obtenção do grau de Licenciado em Física.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Nataly Carvalho Lopes

Araras – SP

2023

Longo, Natália Gabriela

Agrotóxicos como uma questão sociocientífica e as potencialidades no ensino de física no contexto da educação CTS / Natália Gabriela Longo -- 2023.  
60f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos,  
campus Araras, Araras

Orientador (a): Nataly Carvalho Lopes

Banca Examinadora: Helka Fabbri Broggian Ozelo,  
Thabata Rodrigues

Bibliografia

1. Agrotóxicos. 2. Questões sociocientíficas. 3. Ensino de física. I. Longo, Natália Gabriela. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática  
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Helena Sachi do Amaral - CRB/8  
7083

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**Folha de aprovação**

Assinatura dos membros da banca examinadora que avaliou e aprovou a Defesa do Trabalho de conclusão de curso da candidata Natália Gabriela Longo, realizada em 31/08/2023:

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Nataly Carvalho Lopes  
Universidade Federal de São Carlos

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Helka Fabbri Broggian Ozelo  
Universidade Federal de São Carlos

---

Prof.<sup>a</sup> Me. Thabata Rodrigues  
Secretaria da educação estado de São Paulo



Universidade Federal de São Carlos

CAMPUS ARARAS

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA, MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO CCA-  
UFSCar



**Disciplina: Monografia II**

BANCA DE DEFESA DA MONOGRAFIA

Aluno (a) avaliado (a): **NATALIA GABRIELA LONGO**

Título do trabalho: “**AGROTÓXICOS COMO UMA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA E AS POTENCIALIDADES NO ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO CTS**”

Data da apresentação/horário: Araras, 31 de agosto de 2023, às 14h, presencial sala 1A CCA UFSCar

**\*Indicar se o avaliador for também o orientador**

**AVALIADOR 1:**

Nome Completo: Profa.Dra. [Helka Fabbri Broggian Ozelo](#)

Instituição de origem: Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação - DCNME UFSCar campus Araras

Parecer: O trabalho apresenta mérito acadêmico e científico condizente com um trabalho de conclusão de curso, de modo que a banca o considera aprovado. A aluna e a orientadora se comprometem a fazer as alterações sugeridas

Nota: 10

**AVALIADOR 2 :**

Nome Completo: Prof.Me. **Thabata Rodrigues**

Instituição de origem: Secretaria da educação estado de São Paulo

Parecer: O trabalho apresenta mérito acadêmico e científico condizente com um trabalho de conclusão de curso, de modo que a banca o considera aprovado. A aluna e a orientadora se comprometem a fazer as alterações sugeridas

Nota: 10



Universidade Federal de São Carlos

CAMPUS ARARAS

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA, MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO CCA-UFSCar



**ORIENTADOR :**

Nome Completo: Profa.Dra. Nataly Carvalho Lopes

Instituição de origem: Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação - DCNME UFSCar campus Araras

Parecer: O trabalho apresenta mérito acadêmico e científico condizente com um trabalho de conclusão de curso, de modo que a banca o considera aprovado. A aluna e a orientadora se comprometem a fazer as alterações sugeridas. Nota: 10

**RESULTADO**

- (x) A monografia foi aprovada sem ressalvas<sup>1</sup>.
- ( ) A monografia foi aprovada, com algumas modificações sugeridas, que deverão ser incorporadas à mesma e devolvida ao orientador (da UFSCar) no prazo estipulado.
- ( ) A monografia necessita de reformulações e a aprovação ficará condicionada à efetuação das mesmas pelo discente, no prazo estipulado e após nova avaliação pelo orientador
- ( ) A monografia foi reprovada, pois não atende às exigências estabelecidas para um TCC.

**Assinaturas dos Avaliadores e do Orientador (a)**

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** NATALY CARVALHO LOPES  
Data: 06/09/2023 21:31:43-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa.Dra. Nataly Carvalho Lopes

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** HELKA FABBRI BROGGIAN OZELO  
Data: 05/09/2023 23:45:10-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa.Dra. Helka Fabbri Broggian Ozelo

Profa. Ma. Thabata Rodrigues

**PARECER E CONCEITO FINAL:** Aprovado, nota 10

-

Dedico este trabalho aos meus pais e amigos que sempre me incentivaram.

## **Agradecimentos**

Primeiramente a Deus, por essa preparação, por guiar os meus caminhos nessa jornada. Aos meus familiares pelo apoio sempre presente.

Aos meus professores por contribuírem com a minha formação, à minha orientadora Dra. Nataly, por ter me orientado nesse trabalho, e em outros projetos que participei na Universidade, sempre disposta a me atender.

Aos meus colegas de curso, principalmente as Brunas e a Alessandra, com quem fiz muitos trabalhos em grupo, além de compartilhar meus anseios, minhas angústias, minhas alegrias, vocês tornaram a minha jornada mais leve nesse período.

Enfim, agradeço a todos que participaram da minha jornada e contribuíram com a construção desse trabalho.



## RESUMO

Em meio às relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, é importante compreendermos a ciência presente em nosso cotidiano. As discussões sobre a sua influência em nossas vidas e os seus efeitos evidenciam a importância da população em participar dessas discussões, exercendo a cidadania. Nesse sentido, precisamos preparar as pessoas para participarem dessas discussões, podemos atender esse propósito, mediante um processo de ensino, utilizando questões sociocientíficas, que contribuem com o desenvolvimento da compreensão dos estudantes, sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, contribuindo com a tomada de decisão, a ação dos estudantes, e a formação para a cidadania. Assim, nesta pesquisa, através de um processo de ensino desenvolvido na escola com as questões sociocientíficas que envolvem a temática dos agrotóxicos e fundamentada nos três momentos pedagógicos, identificamos como aspectos potenciais dessa questão para o ensino de física, na tomada de decisão: o desenvolvimento de aspectos éticos e morais, mobilização de conhecimentos científicos e análise de risco, que fundamentam os argumentos compartilhados pelos participantes, na formação para a cidadania, além disso, foi possível desenvolver habilidade de argumentação e cooperação entre os estudantes na construção dos argumentos.

**Palavras-chave:** Agrotóxicos; Questões sociocientíficas; Educação CTS; Ensino de física; Três momentos pedagógicos;

## **Lista de Abreviaturas e Siglas**

CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
QSC	Questões Sociocientíficas

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	11
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b>	15
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	18
3.1	OBJETIVOS GERAIS	18
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
<b>4</b>	<b>QUESTÃO DE PESQUISA</b>	18
<b>5</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	19
5.1	MOVIMENTO CTS E EDUCAÇÃO CTSA	19
5.2	ASPECTOS DA EDUCAÇÃO CTSA E SUAS CONEXÕES COM AS QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS.	23
5.3	OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS	27
5.4	AGROTÓXICOS COMO UMA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA.	29
<b>6</b>	<b>PROPOSTA METODOLÓGICA</b>	35
6.1	SEQUÊNCIA DIDÁTICA.	37
<b>7</b>	<b>METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS DADOS</b>	44
<b>8</b>	<b>RESULTADOS E ANÁLISE</b>	45
<b>9</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	53
<b>10</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	55

## 1 INTRODUÇÃO

Eu nasci e cresci aqui na cidade de Araras, no interior do estado de São Paulo, e residente nesta cidade, um fato me chamou a atenção. Por volta do ano de 2014, uma empresa que fabrica agrotóxicos iria se instalar na cidade, e pelo que me recordo, a prefeitura já havia liberado a instalação dessa empresa, mas havia muitas pessoas insatisfeitas com essa situação. Essas pessoas utilizavam as redes sociais para se manifestar contra essa implantação, devido aos riscos de possíveis impactos ambientais que poderiam ocorrer aqui.

Logo aconteceu uma audiência pública para discutir melhor essa questão, quando várias pessoas compareceram e puderam compreender e expor seus pontos de vista sobre a questão. Devido à pressão que aconteceu por parte da população, a empresa desistiu de instalar a sua fábrica por aqui, e isso me marcou, pois pela primeira vez, vi a intervenção da população em um problema local, e o seu poder na sociedade.

Nesse período, eu me recordo de ser favorável a instalação dessa fábrica na cidade, porque iria gerar mais empregos, mas eu não conhecia os riscos ambientais que seriam assumidos com a instalação da fábrica, por isso, é importante que todos tenham conhecimento científico sobre essas situações, para que as compreendam em sua totalidade. Com isso, eu aprendi que é importante compreender o que está acontecendo ao nosso redor, e o poder que temos diante dessas situações, que podem nos afetar de alguma forma.

Diante dessa situação, da mesma forma como compreendi a importância de participar das discussões que acontecem na sociedade, é importante que todos compreendam e tenham consciência de como as nossas vidas podem ser impactadas por decisões tomadas nos espaços de poder, quantas pessoas têm suas vidas prejudicadas e o quanto isso afeta o meio ambiente ao nosso redor.

Assim, precisamos preparar as pessoas para participar e se posicionar diante dessas questões que envolvem ciência, tecnologia e sociedade, e podemos fazer isso por meio da educação CTS. A educação CTS permite aos estudantes desenvolver conteúdos científicos, sociais e tecnológicos, contribuindo com o posicionamento e a tomada de decisões, na busca pela solução de problemas de importância social (ANDRADE, 2016).

As questões sociocientíficas se mostram como desdobramentos da educação CTS, uma vez que são questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais que envolvem ciência e tecnologia, são questões controversas que envolvem posicionamentos distintos (AZEVEDO *et al.*, 2013). Estas questões sociocientíficas (QSCs), se destacam por possibilitar nos estudantes a compreensão de como as decisões são tomadas local, regional ou nacionalmente (CONRADO; NUNES NETO, 2018, p. 82).

Neste contexto, a utilização de agrotóxicos na produção rural, se configura como uma questão sociocientífica ao nível global, visto que todos nós precisamos nos alimentar, para o nosso corpo realizar as suas funções vitais. Além disso, em nível nacional, esta questão envolve o agronegócio, setor responsável pela produção de alimentos, e é um dos pilares da economia do nosso país (CONRADO; NUNES NETO, 2018). Em nível local, trata-se de uma importante discussão proposta por pequenos produtores rurais, que sobrevivem da agricultura orgânica.

No Brasil, os agrotóxicos são utilizados nas lavouras, desde a revolução verde que ocorreu na década de 1960, que modernizou a agricultura, através do avanço científico e tecnológico. Isso acarretou uma série de transformações no campo da agricultura, de modo que os agrotóxicos foram introduzidos em nosso país, como recurso para combater as pragas nos cultivos, e a produção agrícola aumentou significativamente, conseqüentemente a revolução verde, contribuiu com alguns impactos sociais e ambientais (SILVERIO; PINHEIRO, 2020).

Dessa forma, o uso massivo de agrotóxicos trouxe consigo algumas conseqüências, que o configuram como um problema de saúde pública, algumas pesquisas têm associado a sua utilização a contaminação ambiental e a doenças. A sua utilização expõe os agricultores e moradores próximos de áreas agrícolas, deixando-os suscetíveis a essas contaminações (SOUSA; GORRI, 2019). Além disso, na dimensão social, segundo Bombardi (2017), a agricultura capitalista traz consigo maior concentração fundiária, condições de trabalho degradantes e impactos ambientais.

A utilização de agrotóxicos se mostra potencial como uma questão sociocientífica para o ensino, pois envolve ciência e tecnologia, sociedade, meio ambiente e tem um potencial de controvérsia, pois não é um problema fácil de ser

solucionado. Este tema envolve posicionamentos distintos, de um lado os agricultores e os empresários do agronegócio, que defendem a utilização dos agrotóxicos como sendo extremamente necessários para a produção de alimentos, mas a sua utilização implica em riscos ambientais e à saúde humana.

De outro lado, temos os posicionamentos ambientalistas que defendem a utilização de modelos agroecológicos, mas a eficiência produtiva é menor e os alimentos produzidos são mais caros, conseqüentemente, menos acessíveis a famílias em vulnerabilidade socioeconômica. A questão envolve o problema da fome, uma vez que os agrotóxicos foram utilizados sob a premissa de produzir mais alimentos para solucionar esse problema, o que não aconteceu, o problema da fome ainda existe e está relacionado a dificuldade de acesso aos alimentos por parte dos mais carentes, dessa forma, entendemos que a utilização dos agrotóxicos contribuiu com a produção em larga escala de commodities, beneficiando assim o agronegócio, além disso, a questão envolve também o desperdício de água na irrigação.

Do ponto de vista econômico, com a utilização dos agrotóxicos, foi possível aumentar a produção agrícola, contribuindo com a economia do país, segundo Bombardi (2017, p.26), o Brasil figura entre os principais exportadores mundiais de açúcar, soja e milho. No que se refere à exportação brasileira, Bombardi (2017), aponta que a soja, a celulose, o açúcar e o café em grãos, estão entre os dez produtos mais exportados pelo país. Isso reflete na geração de empregos, segundo a pesquisa realizada pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), no ano de 2022, mais de 18 milhões de pessoas estavam empregadas no agronegócio (CEPEA, 2023).

É importante destacar que o Brasil é um dos maiores consumidores de agrotóxicos no mundo, sendo assim, é necessário olharmos para a regulamentação do mercado interno de agrotóxicos. Bombardi (2017, p.41) destaca que em comparação com a União Europeia, o Brasil se apresenta como um mercado menos restritivo, uma vez que, cerca de 30% dos ingredientes ativos utilizados em nosso país são proibidos na União Europeia, ampliando as tensões sobre seus efeitos no meio ambiente e na saúde humana.

Ponderando todos esses fatores econômicos, políticos, sociais e ambientais, que citamos, estamos diante de um problema difícil de se resolver, configurando - o

como uma questão sociocientífica. Assim, considerando a importância de formar pessoas para participar das discussões que permeiam a nossa sociedade, a importância da questão sociocientífica agrotóxicos, e reconhecendo a educação CTS como um instrumento para nos auxiliar no intuito de formar as pessoas para a cidadania, a pergunta que norteia esse estudo é: De que maneira o desenvolvimento das questões sociocientíficas relacionadas à temática dos agrotóxicos, em um processo de ensino desenvolvido na sala de aula, por meio de uma sequência didática para o ensino de física, pode contribuir com a tomada de decisão e formação para cidadania em alunos do ensino médio?

Buscamos discutir essa questão, tendo por objetivo, identificar os aspectos potenciais das questões sociocientíficas relacionadas à temática dos agrotóxicos, aplicada ao ensino de física, na tomada de decisão e formação para a cidadania de estudantes do ensino médio. Nessa pesquisa, entendemos que a tomada de decisão está relacionada com o desenvolvimento dos pontos de vista e opiniões dos estudantes participantes da pesquisa, em acordo com a visão de Ratcliffe e Grace (2003).

Apoiando - se nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), entendemos que a cidadania, compreende o exercício da participação social e política, dos direitos e deveres políticos, civis e sociais, permitindo que os estudantes desenvolvam no seu dia a dia atitudes de solidariedade, cooperação e repúdio às injustiças (BRASIL, 1998, p. 7). Nesse sentido, a formação para a cidadania implica em agir como um cidadão, envolvendo o aprendizado de conteúdos e o desenvolvimento de habilidades e valores, para o exercício da cidadania (TURNER, 1999).

Essa pesquisa foi realizada na escola estadual "Francisco Graziano", localizada na cidade de Araras, com estudantes do ensino médio, os dados para análise foram constituídos no decorrer do desenvolvimento da sequência didática na escola, por meio das interações entre os alunos na sala de aula, se constituindo em uma pesquisa de campo, do tipo qualitativa. A sequência didática, foi desenvolvida na escola em quatro aulas, dessa forma, atuei como professora e pesquisadora durante o desenvolvimento desse processo de ensino na escola.

Na primeira aula foi realizada a problematização inicial da questão agrotóxicos, na segunda aula, relacionamos os conteúdos de velocidade,

temperatura, processo de difusão das moléculas e energia com o processo de deriva dos agrotóxicos que ocorre durante a pulverização. Na terceira aula, os estudantes elaboraram os argumentos e as questões para o júri simulado, que ocorreu na última aula. Por fim, analisamos esse processo de ensino em que os dados foram constituídos por meio das observações e gravação em áudio das aulas, que foram transcritos e analisados de acordo com a Análise Textual Discursiva (ATD).

## **2 JUSTIFICATIVA**

O tema agrotóxicos se mostra potencial como uma QSC para o ensino de física, sendo considerado um problema global. No ano de 2021, por exemplo, G1 (2021) aponta que na região do Cerrado de MS, algumas antas estavam morrendo devido à utilização de agrotóxicos proibidos naquela região, o mais preocupante nessa situação, é que essa espécie está em extinção. Segundo pesquisadores, esses animais consumiram plantas contaminadas, o que evidencia que esses agrotóxicos não foram metabolizados pelas plantas, afetando o ecossistema local (G1, 2021).

Evidenciamos, também, a ocorrência de contaminação em leite materno, que aconteceu na cidade de Lucas do Rio Verde, no Estado do Mato Grosso. A reportagem realizada pelo portal de notícias G1 (2011), no ano de 2011, aponta que em uma pesquisa realizada com 62 mães que estavam amamentando, foi verificado que o leite materno de todas estavam contaminados por agrotóxicos, ainda segundo essa reportagem, em alguns casos havia seis tipos de agrotóxicos, inclusive produtos de uso proibido em nosso país.

Em nossa localidade, no ano de 2017, de acordo com G1 (2017), milhões de abelhas morreram, em um apiário na cidade de Araras, a suspeita era de que a morte das abelhas tenha acontecido devido à contaminação de agrotóxicos. Diante disso, é importante aumentar a fiscalização sobre os agrotóxicos utilizados aqui, além de fortalecer a legislação em relação à entrada desses produtos em nosso país.

Na dimensão ambiental, a contaminação da água para consumo humano é preocupante, em um levantamento divulgado pelo sistema de informações de



vigilância de qualidade da água, foram encontrados vinte e sete tipos diferentes de agrotóxicos em mais de 2,3 mil cidades do Brasil (UOL, 2022).

Segundo Greenpeace (2017, p.82), “o modelo de produção, distribuição e consumo de alimentos no Brasil, é dependente de inúmeros incentivos públicos e privados que determinam a forma de produzir, processar e comercializar esses produtos e conseqüentemente, define o que está em nosso prato.” (GREENPEACE, 2017, p. 82). Isso evidencia as decisões tomadas nos espaços de poder, que influenciam as nossas vidas, uma vez que, o que chega ao nosso prato e a maneira como chega, depende de incentivos públicos e privados e das leis que regulam a oferta e a produção de alimentos.

Diante de todos esses fatores, entendemos que essa é uma questão profunda, pois quando compramos um pé de alface, não vem descrito em sua embalagem se foi utilizado algum tipo de agrotóxico em sua produção, a sua toxicidade, os riscos ambientais e à saúde associados a sua produção. Dessa forma, a sociedade civil precisa conhecer essas questões e como elas influenciam nossas vidas, para poder interferir e se posicionar nesses assuntos.

Diante desse contexto, entendemos que precisamos pressionar as autoridades quanto à entrada dos agrotóxicos em nosso país, já que muitos deles foram banidos em outros países, isso implica em aumentar a fiscalização sobre esses produtos, dificultando o acesso a agrotóxicos proibidos que circulam por aqui (LOPES; CARVALHO, 2012). Há também a necessidade de incentivar a venda de agrotóxicos menos nocivos, que são considerados caros, buscando um meio de reduzir o seu valor. Quanto aos agricultores que manuseiam e aplicam os agrotóxicos, é importante que eles sejam instruídos a aplicar de maneira segura os agrotóxicos em suas propriedades (LOPES; CARVALHO, 2012, p. 33).

Para ocorrer essa mobilização da sociedade, sobre questões que impactam as nossas vidas e o ambiente ao nosso redor, é preciso instrumentalizar a população, ou seja, é necessário capacitá-la para isso, formando pessoas para a participação dessas discussões. Além disso, é importante que as pessoas compreendam a influência da ciência e da tecnologia em nosso cotidiano e como isso nos afeta, neste sentido, abordamos a educação CTSA.

A educação CTSA tem por objetivo, formar pessoas para a cidadania, para atuarem nos problemas sociais, além de possibilitar a compreensão sobre as

influências entre ciência, tecnologia e sociedade. De acordo com Lopes e Carvalho (2012, p.2), a educação CTSA é um “guarda-chuva” para designar os diferentes tipos de teorias sobre as conexões entre ciência, tecnologia e sociedade, o que compreende as QSCs.

Em situações de ensino, as QSCs possibilitam a tomada de decisão e ação dos estudantes, desenvolvem a compreensão sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Além disso, possibilitam o engajamento diante de situações problema, contribuindo com a busca por uma sociedade mais democrática com a participação da população diante desses dilemas (CONRADO; NUNES-NETO, 2018, p. 90-91).

A temática está inserida em nosso cotidiano e pode ser relacionada ao ensino de física, através da aplicação da QSC, promovendo discussões, desenvolvendo a argumentação, possibilitando a tomada de decisão dos estudantes, contribuindo com a formação para a cidadania, atendendo o artigo 2.º da lei 9394/96 da nossa constituição:

A educação, dever da família e do Estado, inspirado nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu projeto para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho. (BRASIL, 1996)

Assim, desenvolver as QSC em uma situação de ensino, permite aos estudantes compreender que, quando nos referimos a situação problema agrotóxicos, não nos referimos apenas aos agrotóxicos em si, mas todo um contexto que envolve ciência, tecnologia, relações de poder, o ambiente ao nosso redor, a economia, o trabalho, as pessoas atingidas diretamente e a região, o que a configura como uma QSC e precisa ser discutida além do espaço escolar. Defendemos, portanto, formar pessoas que compreendam os problemas que nos cercam, e interfiram nessas questões, buscando uma sociedade mais justa e sustentável.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVOS GERAIS**

Essa pesquisa tem por objetivo identificar aspectos potenciais das questões sociocientíficas relacionadas à temática dos agrotóxicos, aplicada ao ensino de física, na tomada de decisão e formação para a cidadania de estudantes do ensino médio.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Provocar a reflexão dos alunos sobre o tema agrotóxicos e a sua realidade, por meio de discussões.
- Desenvolver uma sequência didática articulada a essa questão sociocientífica, mobilizando conteúdos de física relacionados a ela.
- Propor um júri simulado na sala de aula, para estimular a argumentação, e a tomada de decisão dos estudantes.
- Analisar todo o processo de ensino desenvolvido, através da metodologia de análise textual discursiva (ATD), identificando as contribuições e os desafios relacionados à formação para a cidadania e a tomada de decisão dos alunos.

### **4 QUESTÃO DE PESQUISA**

De que maneira o desenvolvimento das questões sociocientíficas relacionadas à temática dos agrotóxicos, em um processo de ensino desenvolvido na sala de aula, por meio de uma sequência didática para o ensino de física, pode contribuir com a tomada de decisão e formação para cidadania em alunos do ensino médio?

## 5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 5.1 MOVIMENTO CTS E EDUCAÇÃO CTSA

O avanço científico e tecnológico que o mundo vivenciou em meados do século XX, trouxe consigo algumas mudanças que impactaram as nossas vidas de alguma forma, em meio a esse contexto de transformações, nas décadas de 1960 e 1970 na Europa, Estados Unidos e nos países da América latina nasce o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) (MEZALIRA *et al.*, 2021).

Uma das características do movimento CTS, é questionar as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, ou seja, como a ciência e a tecnologia têm sido utilizadas? Quais as suas implicações no meio ambiente, e na sociedade? Esses questionamentos buscam promover a reflexão sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade. Além disso, o movimento CTS tem como um de seus objetivos a formação para a cidadania (MEZALIRA *et al.*, 2021).

O desenvolvimento científico e tecnológico possibilitou a criação da energia nuclear, armas químicas, agrotóxicos, entre outros produtos. Quando utilizados inadequadamente esses produtos da ciência e tecnologia, podem impactar negativamente o meio ambiente e a vida humana (MEZALIRA *et al.*, 2021).

Diante disso, concordamos com alguns autores, como Vilches, Gil - Pérez e Praia (2011), que entendem que a dimensão sociedade não é suficiente para abordar as considerações sobre o ambiente, e defendem a inclusão da dimensão ambiental nos estudos que envolvem ciência, tecnologia e sociedade, evidenciando o comprometimento da educação CTS com a dimensão socioambiental, resultando na expressão CTSA (MEZALIRA *et al.*, 2021); (CONRADO; NUNES NETO, 2018, p. 82).

O movimento CTSA rompe com a visão salvacionista da ciência e tecnologia, de acordo com Auler e Delizoicov (2001, p.124), nessa visão, a ciência é como algo superior, como um Deus, capaz de resolver todos os problemas da sociedade atual, e os problemas que irão surgir futuramente, em virtude disso, somente é válido o que é comprovado cientificamente. Outra visão refutada é a da ciência como atividade neutra, de acordo com Auler e Delizoicov (2001, p.125) “O progresso científico e tecnológico não é neutro, não coincide necessariamente com o progresso social e moral.”

Sendo assim, o movimento CTSA defende que as pessoas compreendam a ciência e suas implicações no mundo, para serem instrumentalizadas para a participação das decisões inerentes à ciência, tecnologia e sociedade. De acordo com Azevedo *et al.* (2013), a educação CTSA abrange uma diversidade de estudos e programas de colaboração multidisciplinar que, ao ressaltar a dimensão social da ciência e da tecnologia, desconsidera a imagem da ciência como uma atividade pura, e critica a ideia de tecnologia como ciência aplicada e neutra.

Segundo Conrado e Nunes Neto (2018), o movimento CTSA esteve associado a três principais campos: o primeiro campo, na tradição europeia, está relacionado à pesquisa acadêmica, e entende a ciência e tecnologia como um processo social, questionando como se produz ciência, as suas conexões com a sociedade e os interesses envolvidos nesse processo. O segundo campo está relacionado com a busca pela participação das pessoas em questões sociais, relacionadas à ciência e tecnologia, na tradição norte-americana, enfatiza os efeitos sociais e ambientais em decorrência do uso inadequado da ciência e tecnologia (CONRADO, NUNES NETO, 2018).

Por fim, o campo da educação defende programas e currículos guiados para as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, buscando formar cidadãos capazes de entender e estabelecer limites ao desenvolvimento científico e tecnológico (CONRADO, NUNES NETO, 2018). Assim, no que se refere à formação para a cidadania, Dos Santos (2012, p. 55), evidencia que o objetivo central da educação CTSA compreende o “desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão na sociedade científica e tecnológica no desenvolvimento de valores”.

No contexto latino americano, a vertente do movimento CTSA nessa região se configura em meados da década de 1960, como Pensamento Latino Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS), que além das demandas do movimento CTSA, engloba as demandas locais em sua agenda. Além disso, a insatisfação dos pesquisadores da região em meio às recomendações de organizações internacionais, como, por exemplo, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e a Organização dos Estados Americanos (OEA), contribuíram com a formação do PLACTS, uma vez que essas recomendações se

alinham com a visão linear da conexão entre ciência, tecnologia, e desenvolvimento (DIAS; DAGNINO, 2007, p.98).

Segundo Dias e Dagnino (2007, p. 98), a América Latina, na condição periférica em relação aos países desenvolvidos, precisava superar desafios estruturais para se desenvolver científica e tecnologicamente. Dessa forma, o movimento buscava desenvolver um método de pesquisa particular, para alcançar o desenvolvimento científico e tecnológico, buscando atender as demandas do povo latino americano (CASSIANI; VON LINSINGEN, 2019, p.181).

De acordo Mezalira *et al.* (2021, p. 209), a educação CTSA e o PLACTS emergem como possibilidade de transformação da prática escolar e vivência social, podendo ocorrer através da problematização, reflexão e tomada de consciência com responsabilidade dos fenômenos cotidianos e locais. Essas ideias se aproximam da pedagogia de Paulo Freire, que evidencia a educação como um ato político, e propõe uma educação libertadora, pautada no diálogo:

A educação autêntica, repetamos, não se faz de “A” para “B” ou de “A” sobre “B”, mas de “A” com “B”, mediatizados pelo mundo. Mundo que impressiona e desafia a uns e a outros, originando visões ou pontos de vista sobre ele. visões impregnadas de anseios, de dúvidas, de esperanças ou desesperanças que implicam temas significativos, à base dos quais se constituirá o conteúdo programático da educação. (FREIRE, 1978, p. 48)

Dessa forma, substituindo a relação hierárquica entre educador e educando, por uma relação de cooperação entre ambos, o educando é compreendido como alguém que possui um conhecimento prévio, conforme a sua leitura do mundo. Assim, na educação que se faz dialógica, o educador também aprende com o educando, quando esse compartilha a sua visão (FREIRE, 1978).

Quando o educando é colocado diante de situações concretas que o desafiam, ele tem condições para refletir, pensar e questionar sobre essas situações, adquirindo assim consciência de seu papel no mundo. Ao questionar e refletir sobre a sua realidade, tem-se o pensar crítico, que implica na ação e práxis para a transformação do mundo (FREIRE, 1978).

Nesse sentido, para Zauith e Hayashi (2013, p.275), a pedagogia de Freire converge para uma educação política, uma vez que objetiva a transformação e igualdade social. Dessa forma, para esses autores, na pedagogia de Freire, o conhecimento compartilhado através do diálogo, permite a mudança na realidade do oprimido, para a educação CTSA, a busca pela transformação social acontece por

meio do engajamento e do incentivo à “participação em diversas esferas, como jures populares, debates”, entre outros, buscando melhorar o diálogo entre governo e os coletivos sociais, esses aspectos são características da formação para a cidadania.

Para Freire (1978, p.58), o diálogo tem como base o conteúdo da educação, o universo temático. O universo temático, por sua vez, é composto pelos temas geradores e esses se encontram na realidade dos educandos, em que “a investigação temática se dá nos homens entre homens e sempre referido à realidade”.

[...] A investigação temática em Paulo Freire, é uma possibilidade de diálogo com os atores sociais, que dá visibilidade àqueles atores que foram apagados da história e pode possibilitar a entrada em cena de novas demandas, novos valores, potencializando novos currículos, novas agendas de pesquisa e novos processos produtivos.(MEZALIRA *et al.*, 2021, p. 209)

Assim, Conrado e Nunes Neto (2018, p. 86) entendem que a promoção do letramento científico na educação CTSA deve se alinhar a uma educação transformadora, tendo como inspiração a pedagogia crítica de Paulo Freire, na busca por superar a "mera transmissão das informações sobre CTSA". Sendo assim, uma educação CTSA voltada para a transformação social tem que proporcionar aos estudantes, as condições para que eles possam avaliar os interesses da sociedade, se envolver em ações que buscam uma sociedade mais justa e ambientalmente mais sustentável.

Além disso, Zauith e Hayashi (2013, p.275), entendem que a educação CTSA e a pedagogia de Freire se conectam, no entendimento de que a ciência, não é neutra. Quando a educação em ciências reforça a transmissão de conhecimentos de forma mecânica, isto é, com a memorização de termos, sistemas e classificações, ela reproduz valores dominantes da tecnologia, implicando em uma educação que converge com o sistema de opressão. A educação CTSA critica o cientificismo, que contribuiu com a “submissão da ciência aos interesses de mercado em busca do lucro” (ZAUITH; HAYASHI, 2013, p. 125).

Com base em nossa discussão, entendemos que a educação CTSA e a pedagogia de Freire dialogam, uma vez que ambas têm por objetivo, a formação para a cidadania, a intervenção das pessoas no mundo. Com a educação libertadora de Freire, é possível, pensar e refletir sobre o mundo, questionar a realidade, e assim ter condições de agir sobre ela.

A educação CTSA questiona as relações entre ciência, tecnologia e sociedade e como essas relações influenciam o mundo ao nosso redor. Dessa forma, é necessário, além de conscientizar os estudantes, fornecer conhecimento científico sobre essas relações, para dar suporte a eles, de forma que eles compreendam e se engajem pela busca de uma sociedade democrática, ambientalmente segura e sustentável.

Além disso, a investigação temática de Freire, pode ser articulada com a educação CTS no sentido de construir um currículo, conforme a realidade local do educando, permitindo a compreensão destes acerca da importância do conhecimento em sua realidade.

## 5.2 ASPECTOS DA EDUCAÇÃO CTSA E SUAS CONEXÕES COM AS QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS.

Conrado e Nunes Neto (2018, p. 32) entendem que a ciência é produzida em um ambiente social, político e econômico, sendo, portanto, uma prática social. Além disso, as decisões acerca da ciência são tomadas pelos integrantes da comunidade científica. Cassiani e Linsingen (2019, p.185) consideram imprescindível os 'aspectos históricos e sociais do processo de produção dos conhecimentos científicos, desmistificando o caráter de neutralidade, autonomia da ciência e da tecnologia'. Essas ideias estão no cerne da educação CTSA, de modo que Azevedo *et al.* (2013, p. 5), entendem que:

Pensar efetivamente na educação CTS, é refletir sobre um campo de estudo e pesquisa para melhor compreensão da ciência e da tecnologia em seu contexto social, visando oferecer formação para a construção de conhecimentos e desenvolvimento de atitudes e valores que possibilitem a participação humana de forma responsável, cidadã, democrática e fundamentada, nas decisões da ciência e tecnologia na sociedade.

A junção entre CTSA e QSC, tem se mostrado potencial para atingir os objetivos que dialoguem com um ensino que se pretende, ao mesmo tempo, humanístico, científico, crítico e socialmente responsável (ANDRADE, 2017, p. 19). Segundo Conrado e Nunes Neto (2018), as Questões Sociocientíficas (QSC) são 'problemas ou situações complexas e controversas, que podem ser utilizados em uma educação científica contextualizada'.



Paiva e Oliveira (2019, p. 3) entendem que as QSC compreendem questões que entrelaçam ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, e não são simples de solucionar, são questões relacionadas à ética e à moral. A tomada de decisão em QSC envolve juízos de valor, emoções, interpretações de problemas, e se mostra potencial para a formação para a cidadania (PAIVA; OLIVEIRA, 2019, p. 3).

Na compreensão de Conrado e Nunes Neto (2018, p. 88), as QSC são potenciais para desenvolver nos estudantes: I) Compreensão e reflexão crítica sobre as conexões entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; II) capacidade de busca, seleção, análise e avaliação que envolve conteúdo controverso; III) habilidade de raciocínio moral para avaliação, julgamento e posicionamento; IV) maior comprometimento e juízo da população sobre o desenvolvimento da ciência e tecnologia e suas implicações na sociedade; V) possibilidade para a realização de ações sociopolíticas e ativismo. O estudo das QSC permite aos estudantes o engajamento e a compreensão dos problemas sociais e ambientais e o seu papel na resolução desses problemas (PAIVA; OLIVEIRA, 2019).

Para que de fato se desenvolvam nos estudantes as habilidades descritas acima, Conrado e Nunes Neto (2018) propõem um modelo de quatro estágios a ser seguido: O primeiro estágio refere-se à análise dos impactos sociais e ambientais em consequência da mudança científica e tecnológica.

O segundo estágio se fundamenta na análise de que o desenvolvimento científico e tecnológico está conectado à distribuição de riqueza e poder, e as suas decisões são tomadas de acordo com interesses particulares, podendo beneficiar alguns em detrimento de outros (CONRADO; NUNES NETO, 2018). O terceiro estágio compreende a abordagem da controvérsia, no sentido de dar suporte aos estudantes na construção de sua própria opinião, firmando seus valores, envolve também o esclarecimento de valores, resolução de dilemas éticos e o desenvolvimento da argumentação (CONRADO; NUNES NETO, 2018).

No estágio final, ocorre a preparação para a ação sobre as QSC, buscando envolver os estudantes, em uma ação responsável, trabalhando suas habilidades, atitudes e valores, conduzindo-os ao controle de suas próprias vidas e participação nas transformações para um mundo mais justo e sustentável (CONRADO; NUNES NETO, 2018).

Segundo Ratcliffe e Grace (2003), a educação científica aplicada para a cidadania se iguala à educação CTSA, pois ambas possuem objetivos em comum na formação dos estudantes. Esses objetivos compreendem como os estudantes irão se comportar, como cidadãos, e o seu posicionamento diante de questões pessoais e sociais. A educação científica aplicada para a cidadania tem por objetivo promover nos estudantes a reflexão acerca da ciência e da tecnologia que produzimos, considerando os valores sociais, éticos e morais que norteiam o seu desenvolvimento (RATCLIFFE; GRACE, 2003).

Sendo assim, a educação científica sob a perspectiva CTSA, no que se refere aos seus conteúdos, evidencia três dimensões, sendo elas: conceituais, procedimentais e atitudinais, essas dimensões, podem ser alcançadas, em sala de aula, por meio da aplicação de questões sociocientíficas (CONRADO; NUNES NETO, 2018, p. 92). Conrado e Nunes Neto (2018, p.99) entendem a dimensão conceitual dos conteúdos através das categorias fatos, conceitos e princípios. Os fatos estão relacionados aos fenômenos que por nós, são memorizados, como, por exemplo: datas históricas, equações entre outros.

Os conceitos, além dos fatos, envolvem objetos ou símbolos que em conjunto possuem um significado, a exemplo disso, a segunda lei de Newton, muitas vezes é lembrada pela equação que a caracteriza, mas cada variável dessa equação está relacionada a uma grandeza, e quando são analisadas em conjunto elas têm um significado no estudo do movimento dos corpos (CONRADO; NUNES NETO, 2018, p. 99).

Os princípios podem ser entendidos como as “mudanças que se produzem num fato, objeto, ou situação, são modelos teóricos compostos de conceitos e instanciados em fatos.” Essa categoria pode ser exemplificada pelo princípio da conservação da energia, a energia sempre é conservada, esse princípio é aplicado a toda forma de energia (CONRADO; NUNES NETO, 2018, p. 99).

A dimensão procedimental está relacionada a três categorias: técnicas, procedimentos e métodos. Procedimentos são ações organizadas para alcançar um objetivo, baseado em técnicas e métodos, a elaboração de um argumento e a construção de um gráfico, são exemplos de procedimentos. A técnica corresponde às atividades necessárias para realizar um procedimento, a resenha de uma obra, e a realização de medidas com régua, são considerados exemplos de técnica. Por fim,

o método compreende os procedimentos e técnicas, ou seja, hierarquicamente, os métodos podem ser compostos por procedimentos e estes por técnicas, a experimentação é um exemplo de um método (CONRADO; NUNES NETO, 2018, p. 99).

Quando realizamos um experimento, seguimos um procedimento, em meio a esse procedimento, seguimos algumas técnicas para minimizar os possíveis erros que podem influenciar na obtenção do resultado, ao final temos um método para a obtenção da grandeza investigada. A dimensão procedimental, além de motora (realização de experimentos), pode ser cognitiva e linguística (explicação de um fenômeno) (CONRADO; NUNES NETO, 2018, p. 99).

De acordo com Conrado e Nunes Neto (2018, p.101), a dimensão atitudinal compreende três categorias: valores, normas e atitudes. Os valores compreendem os critérios morais para juízo, sendo orientados pela ética, as normas são regras de comportamento estabelecidas por um grupo de pessoas e as atitudes são tendências de conduta dos indivíduos fundamentadas nas normas e valores.

Para acontecer a aprendizagem na dimensão atitudinal, é necessário compreender, refletir, analisar e avaliar as normas e os valores envolvidos na situação problema. É importante evidenciar os valores acerca de ciência e tecnologia, contemplando além das dimensões conceitual e procedimental, a dimensão atitudinal no processo. De forma que os estudantes compreendam a ciência e os seus conteúdos relacionados ao nosso cotidiano e identifiquem a influência dos valores no desenvolvimento científico e tecnológico em relação aos problemas que nos afetam, e engajem na resolução destes problemas (CONRADO; NUNES NETO, 2018, p. 103).

As QSCs podem ser entendidas como desdobramentos da educação CTSA, uma vez que a educação CTSA compreende questionamentos éticos, tomada de decisão e posicionamentos, as QSC por sua vez, são de natureza controversa e requerem o esclarecimento de valores e interesses dos atores sociais envolvidos. Sendo assim, é importante explicitar aspectos éticos que conduzem as propostas curriculares baseadas em QSC (CONRADO; NUNES NETO, 2018).

Diante disso, Conrado e Nunes neto (2018, p.102) abordam a ética dentro das QSCs se fundamentando nas três principais tradições éticas da filosofia moral ocidental, sob a perspectiva de atribuir valor moral a uma ação praticada, sendo

elas: I) *ética das virtudes*, que está relacionada ao papel que cada pessoa cumpre dentro da sociedade; II) *utilitarismo*, compreende o julgamento de uma boa ação, quando, em consequência dela, o bem for maximizado para o maior número de pessoas envolvidas; III) *deontologia*, se fundamenta no princípio de que cada um é entendido como um fim de si; não como um meio para fins alheios.

Na dimensão ética das QSCs, os fundamentos éticos estão associados ao 'valor dos objetos de condição moral', Conrado e Nunes neto (2018, p.103) contempla três categorias: I) *Antropocentrismo*, em que se considera moral apenas para seres humanos e apenas ações que afetam a humanidade; II) *biocentrismo*, em que se compreende a moral de seres humanos e não humanos; III) *ecocentrismo*, expande a consideração moral e a dimensão ambiental, incluindo elementos abióticos, espécies e ecossistemas.

O intuito do ensino por meio de QSC como ferramenta política, é desenvolver nos estudantes a reflexão para o tipo de ciência e tecnologia que nos cerca, além dos valores sociais, políticos, econômicos, éticos e morais que conduzem o desenvolvimento, questionando quais as alterações devem ser feitas para alcançar sociedades mais justas (PAIVA; OLIVEIRA, 2019, p. 3). No que se refere aos estudantes, quando estes são estimulados a discutir alguns aspectos morais, a visão científica e os valores religiosos em torno da QSC se unem nos argumentos.

No contexto latino americano, esse aspecto próprio das QSCs, é influenciado pelo processo de investigação e abordagem temática de Paulo Freire (1987) (LOPES; MILARÉ, 2018, p.2). As QSC podem ser desenvolvidas por meio de vários recursos e abordagens didáticas, uma delas é por meio de sequências didáticas contemplando os três momentos pedagógicos.

### 5.3 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS.

A sequência didática sobre a temática de uma QSC pode ser desenvolvida mediante os três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018). Segundo os autores, os três momentos pedagógicos compreendem três etapas, sendo elas: problematização inicial; organização do conhecimento e aplicação do conhecimento:

A problematização inicial é apresentada por meio de situações reais, que fazem parte do cotidiano dos estudantes. Essa etapa é organizada de forma que os

estudantes sejam instigados a compartilhar o seu pensamento diante de tal situação, problematizando o conhecimento compartilhado. Além disso, essa etapa tem por objetivo abordar a controvérsia e identificar os desafios e as lacunas do conhecimento que vem sendo evidenciado. Dessa forma, o conhecimento é agrupado ao conhecimento científico, que foi inicialmente selecionado pelo professor. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018).

Destacamos o trecho abaixo que expõe o ponto mais importante dessa etapa, que deve ser contemplado:

O ponto culminante dessa problematização é fazer com que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém, ou seja, procura-se configurar a situação em discussão como um problema que precisa ser enfrentado. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p. 200)

A segunda etapa, a organização do conhecimento, acontece sob a orientação do professor. Os conhecimentos selecionados para a compreensão do tema e problematização inicial, são estudados, por meio de diversas atividades, que possibilitam a compreensão do conteúdo científico, diante da situação apresentada. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p. 200).

A etapa final, chamada aplicação do conhecimento, envolve o conhecimento que vem sendo agregado pelo estudante, de forma que ele interprete e analise as situações iniciais, ou até mesmo outras que surjam. A finalidade dessa etapa é capacitar os alunos, de forma que eles possam articular o conhecimento científico com as situações reais (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018). Ou seja:

[...] É um uso articulado da estrutura do conhecimento científico com as situações significativas, envolvidas nos temas para melhor entendê-los, uma vez que essa é uma das metas a ser atingida com o processo de ensino aprendizagem das ciências. É o potencial explicativo e conscientizador das teorias científicas que precisa ser explorado. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p. 206)

Para essa etapa, podem ser propostas atividades como o júri simulado, utilizando a técnica do role play, que significa jogo de papéis e está relacionado a interpretar um papel. Essa técnica permite que o aluno utilize do conhecimento adquirido, para tomar decisões diante da questão colocada (GODOY *et al.*, 2012).

Segundo Cheron (2019), essa técnica consiste na interpretação de papéis em uma situação cotidiana, ou seja, os estudantes, interpretam um papel mais próximo da realidade, possibilitando que ele utilize os conhecimentos adquiridos em sala de aula, além de desenvolver a argumentação. Como representante do juiz, tivemos o

mediador do júri (papel da professora pesquisadora). Os estudantes escolheram o grupo que queriam defender, e durante a realização do júri, eles desempenharam o seu papel, argumentando a favor de seu grupo. A partir da QSC com enfoque CTS, desenvolvemos uma sequência didática contemplando aspectos das QSC, educação CTSA articulado aos três momentos pedagógicos.

#### 5.4 AGROTÓXICOS COMO UMA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA.

Na década de 1960, aconteceu a Revolução Verde, visando amenizar o sofrimento do trabalhador do campo e diminuir a fome em países com déficit de alimentos, ou seja, a ideia era produzir alimentos em larga escala para diminuir a fome e mecanizar o trabalho do campo para dar conta de realizar as atividades em todo o processo de produção em larga escala. Essa ideia por trás do discurso da fome e trabalho no campo, é questionável, uma vez que, não se produziu alimentos em larga escala, mas sim, commodities (SOUSA; GORRI, 2019). Segundo Fiocruz (2023):

Commodities são produtos de origem agropecuária ou de extração mineral, em estado bruto ou em pequeno grau de industrialização, produzidos em larga escala e destinados ao comércio externo. Seus preços são determinados pela oferta e procura internacional da mercadoria. No Brasil, as principais commodities são o café, a soja, o trigo e o petróleo.

Assim, a Revolução Verde trouxe consigo inovações tecnológicas para o campo, na forma de melhoramento genético de sementes, utilização de agrotóxicos para o combate às pragas, fertilização do solo, e a utilização de máquinas que substituíram o trabalho humano. Com a mecanização do campo, cujo trabalho humano foi substituído pelas máquinas, ocorreu um aumento no subemprego e desemprego (SOUSA; GORRI, 2019, p. 410).

Além disso, atualmente, a maioria do trabalho análogo ao escravo encontra-se na agricultura (BOMBARDI, 2017, p. 34). Conforme a publicação do portal G1 (2023), de janeiro a março deste ano, cerca de 837 pessoas foram resgatadas na zona rural, em situação de trabalho escravo, na colheita de arroz, cana-de-açúcar e uva. Segundo Rovari (2019, p.11), o agronegócio é responsável por cerca de 75% do trabalho análogo a escravidão em nosso país.

Os agrotóxicos, foram desenvolvidos após a Primeira Guerra Mundial, sendo utilizados extensivamente após a Segunda Guerra Mundial, quando foi agregado ao

pacote tecnológico da Revolução Verde. No Brasil eles foram inseridos na época da Ditadura militar, a sua utilização foi incentivada por políticas públicas como o Sistema Nacional de Crédito Rural que fornecia crédito agrícola mediante a compra de adubos e sementes certificadas e o “Programa Nacional de Defensivos Agrícolas que financiava a criação de empresas transnacionais de insumos agrícolas” (AÑEZ, 2020).

O termo agrotóxicos remete a algo tóxico, ruim, como veneno, por exemplo. Os agrotóxicos, segundo Veiga (2007, p.147) são compostos químicos que foram produzidos para combater e exterminar as pragas agrícolas, ou seja, a finalidade deles é atuar como um veneno para essas pragas. Devido ao seu potencial biocida, alguns agrotóxicos já foram utilizados com outra finalidade, como agente de guerra, com a aplicação do agente laranja (2,4 - D e 2,4,5 - T) na Guerra do Vietnã (1962-1971); aplicação de gases sarin, soman, na guerra do Golfo (1980), entre outros exemplos (GREENPEACE, 2017, p.44).

No contexto brasileiro, o modelo de produção agrícola dominante tem raízes no Brasil colônia, época em que se buscava produzir em larga escala, e para isso utilizavam grande extensão de terra para a monocultura do tipo exportação (IUNG, 2021, p.16). Esse modelo de produção em larga escala, principalmente na área de commodities, atualmente, corresponde ao agronegócio, que para produzir em larga escala, utiliza intensivamente os agrotóxicos (GREENPEACE, 2017, p.4).

De acordo com Vasconcelos (2018, p.24), o agronegócio é responsável por cerca de 25% do PIB, ou seja, um quarto do PIB brasileiro, respondendo por 20% dos postos de trabalho. Além disso, ele se destaca na área de exportação do país com a soja, açúcar, celulose, carne bovina e de frango. No que se refere ao consumo de agrotóxicos, a soja, a cana-de-açúcar e o milho, juntos, consomem 75% de agrotóxicos no país.

A utilização em massa de agrotóxicos ocasionou danos ao meio ambiente e à saúde humana. Na dimensão ambiental, os impactos vão desde a alteração da composição do solo, até a contaminação de reservatórios de água, rios, recursos hídricos e contaminação do ar (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018, p. 516).

Quanto à saúde humana, quando os trabalhadores de fábricas de agrotóxicos, agricultores, moradores próximos de fábricas de agrotóxicos e lavouras, são expostos a doses excessivas, pode ocorrer intoxicações agudas, alterações

celulares que podem estar vinculadas a alguns tipos de câncer e intoxicações crônicas (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018, SOUSA; GORRI, 2019). O agronegócio se destaca dentro da economia brasileira, como é apontado por Bombardi (2017, p.22)

Em 2016 os produtos com maior participação no total das exportações brasileiras foram: soja, açúcar, carne de frango, farelo de soja, carne bovina, celulose e café em grãos. Ou seja, sete dentre os dez produtos mais exportados pelo Brasil (em porcentagem do valor total das exportações), são produtos agropecuários.

Rovari (2019, p.7) entende que o sistema moderno de produção de alimentos, é concentrado e hegemônico, uma vez que cerca de dez corporações transnacionais dominam a produção, o processamento e a comercialização de bens, além disso, essas corporações detêm a maioria dos aparatos produtivos, as máquinas agrícolas, produtos químicos e sementes.

A agricultura capitalista provoca maior concentração fundiária, com a degradação do solo, menor produção de alimentos, impactos ambientais e condições de trabalho degradantes (BOMBARDI, 2017, p. 34). Isso não se aplica à produção do pequeno produtor da agricultura familiar, que gera cerca de 70% dos alimentos que são consumidos mundialmente (ROVARI, 2019, p.12).

Na dimensão política da questão, de acordo com G1 (2022), a legislação brasileira é considerada branda em relação aos limites de toxicidade dos resíduos em alimentos. Isto possibilita que o Brasil importe agrotóxicos banidos em outros países, sendo crescente a aprovação de agrotóxicos. Desde 2019, cerca de 37 agrotóxicos que foram aprovados desde então, são proibidos nos EUA e UE, devido à toxicidade à saúde, o que coloca em risco a população e o meio ambiente.

Além disso, na dimensão ambiental, destaca-se a utilização da água para a irrigação. De acordo com Drugowich e D'auria (2017, p. 6-7) o setor agrícola consome em média 70% do total de água do país e, para produzir 3000 kg/ha de soja, exporta 390 litros de água da propriedade em que é cultivada. De acordo com Ibge (2017), para as atividades referentes à agropecuária, para cada real gerado foram consumidos 1061 litros de água.

Um dos aspectos contraditórios diante da questão envolvendo a utilização da água na agricultura, está principalmente no fato de se fazer campanhas de conscientização para o uso adequado da água, em momentos de estiagem.



Algumas medidas, como racionamento de água e aplicação de multas em atividades domésticas que desperdiçam água são tomadas, enquanto para atividades agropecuárias, a água é usada integralmente, o que pode acarretar conflitos com a população de áreas que sofrem estiagem severa (GREENPEACE, 2017).

Segundo os dados publicados no relatório síntese do balanço energético nacional (BEN), no ano de 2022, o setor agropecuário consumiu 4,8% da energia gerada no país, enquanto o setor residencial consumiu 10,7% da energia gerada, ou seja, o setor agropecuário consumiu quase metade da energia consumida pelas residências do país inteiro. O setor de transportes, que dentre as suas responsabilidades, compreende o escoamento da produção agrícola, consumiu 33% da energia gerada pelo país, ou seja, um terço da energia gerada, esses dados são bem expressivos, considerando a utilização da água e da energia para a produção de alimentos (BEN, 2023).

Outro ponto importante da dimensão ambiental, está relacionado à forma de se aplicar os agrotóxicos, a pulverização aérea, por exemplo, se configura um problema ambiental e de saúde pública. Os agrotóxicos aplicados dessa maneira dispersam muito mais pelo ar, podendo atingir: mananciais, outras plantações, áreas de preservação ambiental e regiões vizinhas habitadas, impactando o ambiente e a vizinhança (VASCONCELOS, 2018, p.24).

A utilização de agrotóxicos ainda pode provocar a proliferação de pragas mais resistentes, o que acarreta desenvolvimento de outros produtos, gerando mais lucro para a indústria química. Um dos impactos observados refere-se à redução da população de abelhas, responsáveis pela polinização de 73% das espécies de vegetais cultivados no mundo (GREENPEACE, 2017, p. 6).

De acordo com Greenpeace (2017, p.45), referente à saúde humana, “há o risco de exposição de crianças por meio de leite oferecido a bebês amamentados por nutrizes residentes em áreas com a presença de resíduos de agrotóxicos no leite materno, conforme atestam estudos realizados no Brasil”. Em relação ao modelo de monocultura em larga escala, no qual os agrotóxicos são utilizados, visando obter maior eficiência produtiva, os ambientalistas têm um posicionamento contrário a esse modelo e defendem a utilização de sistemas agroecológicos.

Esses sistemas, segundo o Greenpeace (2017, p.5), “integram paisagens naturais e a manutenção do equilíbrio do ecossistema, conservam o solo e recursos

de água, se adaptam às condições geográficas locais e visam a produção diversificada e descentralizada de alimentos”. Além disso, evitam o uso de agrotóxicos e estimulam a produção orgânica (VASCONCELOS, 2018, p.27).

O que difere no modelo de produção agrícola que utiliza agrotóxicos e o modelo agroecológico, é a produtividade. No modelo agroecológico, a produtividade é mais baixa em relação ao outro modelo, e os produtos orgânicos, por sua vez, são mais caros, ficando inacessíveis às famílias carentes (VASCONCELOS, 2018, p. 27).

Assim, a temática agrotóxicos se mostra promissora como uma QSC, uma vez que não é um problema simples de solucionar, existe uma controvérsia em sua utilização, e envolve vários posicionamentos. Os agricultores, a indústria e o agronegócio, que tem uma participação importante na economia nacional, defendem a utilização dos agrotóxicos, pois eles garantem maior efetividade na produção de alimentos, para alimentar a população e contribuir com a exportação.

O problema da fome pode ser agregado à temática, uma vez que os agrotóxicos são utilizados sob a falácia de aumentar a produtividade dos alimentos, reduzindo os custos e conseqüentemente tornando os alimentos mais acessíveis. Porém, ainda não conseguimos sanar esse problema, conforme o relatório da ONU, globalmente em 2021 os números da fome aumentaram, para cerca de 828 milhões de pessoas, denunciando um retrocesso na tentativa de acabar com a fome e desnutrição (UNICEF, 2022). Para Greenpeace (2017, p. 9), “boa parte da fome não se deve à escassez de alimentos, mas às dificuldades de acesso pelos mais pobres”.

A temática ainda abrange a segurança alimentar, que envolve o consumo de alimentos seguros, possibilitando uma nutrição saudável. O alimento seguro, por sua vez, é todo alimento que não é prejudicial à saúde, que não contém organismos patogênicos, nem vestígios de agrotóxicos (CAVALLI, 2001, p.41). Para alcançar a segurança alimentar, é importante considerar todos os fatores que envolvem a cadeia alimentar, garantindo a qualidade dos alimentos, em todas as etapas, ou seja, desde a produção até o consumo do alimento in natura, o mesmo se aplica aos alimentos processados (CAVALLI, 2001, p.41).

Outra variável importante na garantia da segurança alimentar, é a disponibilidade de alimentos, que deve ser suficiente para atender toda a população,

em quantidade e a preços acessíveis para as famílias, sem comprometer o orçamento familiar (MALUF *et al.*, 1996). Além disso, é importante garantir a produção eficiente e sustentável de alimentos, sem comprometer os recursos naturais utilizados de forma direta ou indireta na produção de alimentos.

No contexto latino americano, no que se refere à sustentabilidade, essa se encontra comprometida, em virtude da destruição ambiental, e queda na qualidade dos alimentos (MALUF *et al.*, 1996, p.9). Como vimos, em consequência da utilização intensiva de agrotóxicos, ocorrem efeitos negativos no meio ambiente, como, por exemplo, a perda de biodiversidade, esterilização do solo, assoreamento de rios e contaminação ambiental. A sua utilização também tem efeitos na saúde humana, e na sociedade, envolvendo a marginalização da agricultura familiar, o trabalho análogo a escravidão, afetando trabalhadores e moradores de áreas rurais (SOUSA; GORRI, 2019) (GREENPEACE, 2017, pg. 48).

Lopes e Carvalho (2012, p.8) levantam um importante questionamento, “mesmo com o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, a maioria dos agrotóxicos, é nociva à saúde e os menos nocivos, são mais caros, sob o argumento de demandarem mais pesquisa e investimentos.” Em contrapartida, o modelo agroecológico se mostra mais seguro para a população e o meio ambiente, mas a produção de alimentos é menos eficiente, gerando mais custos, aumentando o valor dos alimentos, dificultando o acesso a esses produtos por parte dos mais pobres. Enfim, estamos diante de um impasse, a utilização ou não dos agrotóxicos acaba por impactar a vida de todos de alguma forma, se configurando uma QSC.

## 6 PROPOSTA METODOLÓGICA

Para alcançar os nossos objetivos e discutir a pergunta que norteia a nossa pesquisa: De que maneira o desenvolvimento das questões sociocientíficas relacionadas à temática dos agrotóxicos, por meio de um processo de ensino desenvolvido aplicado na sala de aula, por meio de uma sequência didática para o ensino de física, pode contribuir com a tomada de decisão e formação para cidadania em alunos do ensino médio?

Precisamos constituir dados, organizá-los e interpretá-los, para isso, precisamos de uma metodologia adequada. A pesquisa científica em educação requer uma metodologia de natureza dialética, visto que a educação pode ser entendida como uma atividade de caráter social, humano, histórico e dialético. O caráter dialético da educação reside em sua transformação pela atuação humana, ao mesmo tempo, em que ela transforma seus participantes (GHEDIN; FRANCO, 2011, p.40).

Segundo Ghedin e Franco (2011, p.58), a metodologia qualitativa é de suma importância nos estudos relacionados à educação, devido ao seu propósito de “trazer para o plano do conhecimento da ciência a dialética da realidade”, além disso, ela possibilita novos olhares para a compreensão do fenômeno estudado. Segundo Yin (2016, p.7), a pesquisa qualitativa é composta por cinco características:

- 1) Estudar o significado da vida das pessoas, nas condições da vida real.
- 2) Representar as opiniões e perspectiva das pessoas.
- 3) Abranger as condições contextuais em que as pessoas vivem.
- 4) Contribuir com revelações sobre conceitos existentes ou emergentes que podem ajudar a explicar o comportamento social humano.
- 5) Esforçar-se por usar múltiplas fontes de evidência em vez de se basear em uma única fonte.

De acordo com essas características, podemos entender que na pesquisa qualitativa, os dados são captados, em seu contexto histórico, político e sociocultural em que se insere a investigação, sendo repleto de significados, imerso em valores e crenças que o cercam (YIN, 2016). A pesquisa qualitativa compreende duas perspectivas, uma relacionada a captura dos significados conforme a perspectiva dos seus participantes, a outra está relacionada à perspectiva do pesquisador, ambas perspectivas podem divergir, conforme o conjunto de valores que o pesquisador se orienta (YIN, 2016).

Isso implica na variedade de interpretações associadas ao fenômeno investigado, de maneira que o pesquisador evite ao máximo impor a sua interpretação em relação à interpretação de quem participa da investigação (YIN, 2016). Quanto à coleta dos dados, a nossa pesquisa atende aos requisitos da pesquisa de campo, uma vez que o pesquisador se insere no ambiente em que ocorre o fenômeno, para coletar os dados, seguindo um conjunto de ações para a sua compreensão (GHEDIN; FRANCO, 2011).

Essa pesquisa foi realizada em uma escola pública estadual com cerca de dez estudantes de uma turma do segundo ano do ensino médio, com idade entre 16 e 17 anos. Desenvolvemos com essa turma um processo de ensino mediante uma sequência didática fundamentada nos três momentos pedagógicos, realizada em quatro aulas, de 45 minutos cada. Durante o desenvolvimento desse processo de ensino na sala de aula, além de pesquisadora, tive a liberdade de ser a professora da turma.

Iniciamos a sequência didática pela problematização inicial da QSC agrotóxicos, na segunda aula, relacionamos conteúdos de física com a QSC, na terceira aula, os estudantes se dividiram em três grupos, o grupo municipais escolheu esse posicionamento, enquanto dois grupos escolheram defender os empresários, assim fizemos um sorteio que definiu o grupo que defenderia os empresários, o grupo restante defendeu o posicionamento dos ambientalistas, os estudantes, elaboraram as questões e argumentos para o júri simulado, finalizamos a sequência didática com a realização do júri simulado, em que os alunos defenderam os seus posicionamentos. Os dados para a análise foram constituídos através das interações na sala de aula, durante todo o decorrer do desenvolvimento do processo de ensino.

Para a coleta dos dados, utilizamos um diário de campo para escrever as observações, e um gravador de áudio. Os dados foram analisados de acordo com a Análise Textual Discursiva (ATD). Como a pesquisa envolve pessoas, antes de iniciar, enviamos o projeto para o Conselho Nacional de Ética na Pesquisa- CONEP, essa é uma medida importante, pois a pesquisa precisa ser aprovada a partir de uma perspectiva ética, de modo que assegure o sigilo da identidade dos participantes.

Além disso, obtivemos a autorização dos participantes por meio do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e de seus responsáveis através do Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) (YIN, 2016). Atendendo a esse requisito, colhemos as assinaturas dos estudantes que quiseram participar da pesquisa e de seus responsáveis.

## 6.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

A sequência didática tem por objetivo desenvolver nos alunos: a análise sobre os impactos sociais e ambientais; a reflexão sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Além disso, visa abordar a controvérsia da questão e desenvolver a argumentação e tomada de decisão dos estudantes.

A sequência didática é fundamentada nos três momentos pedagógicos: problematização inicial; organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, sendo composta por quatro aulas de 45 minutos cada, e tem como público alvo, os estudantes do 2.º ano do ensino médio.

### Aula 1: Problematização Inicial

Habilidade BNCC (EM13CNT304): Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de ciências da natureza (tais como tecnologia do DNA, células-tronco, produção de tecnologia de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros) com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis distinguindo diferentes pontos de vista (BRASIL, 2017).

Objetivos Gerais: Problematizar a utilização de agrotóxicos, evidenciando seus aspectos científicos, políticos e econômicos e seus efeitos na sociedade e saúde humana, abordando a controvérsia da questão e incentivando os estudantes a compartilhar a sua visão sobre a questão.

### Objetivos específicos:

- Entender os aspectos políticos e econômicos relacionados à utilização dos agrotóxicos.
- Reconhecer as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.
- Compreender os efeitos da utilização de agrotóxicos na cadeia alimentar, nos rios, no solo, no meio ambiente em sua totalidade
- Entender os efeitos dos agrotóxicos na saúde humana.

- Abordar a controvérsia da questão

Iniciamos a aula, problematizando o termo agrotóxico, tentando compreender o que os alunos conheciam sobre o tema, e de que forma ele está presente no seu cotidiano. Em seguida, fizemos a leitura da reportagem<sup>1</sup>: Quem criou o termo “agrotóxico” e porque não “pesticida” ou “defensivo agrícola”. Essa reportagem esclarece a escolha do termo agrotóxico em nosso país, trazendo a visão do pesquisador e PHD em agronomia brasileiro criador do termo, Adilson Paschoal. Além disso, traz a visão do engenheiro-agrônomo, ex- ministro da agricultura, Roberto Rodrigues, com uma visão diferente de Adilson, defendendo a adoção de um termo mais brando.

A reportagem também esclarece os termos, pesticida, praguicida, defensivo agrícola, produto fitossanitário, agroquímicos e biocida. Utilizamos essa reportagem, pois além de esclarecer os termos associados aos agrotóxicos, traz posicionamentos divergentes sobre a utilização do termo agrotóxico, e um deles é defendido por um agrônomo que ocupava um cargo de poder. A reportagem também possibilitou inserir a dimensão política da questão, já que ela aborda a lei 6299/2002 apelidada de pacote do veneno.

Após a leitura, questionamos os alunos sobre qual termo eles acreditam ser mais adequado, e qual o posicionamento acerca da nomenclatura do termo é mais adequado na visão deles. De modo que buscamos identificar nos argumentos, os valores envolvidos na opinião deles. Após essa discussão, fizemos uma breve introdução histórica sobre a revolução verde, a qual é a porta de entrada dos agrotóxicos no país, abordando a sua finalidade e seus impactos no campo.

Uma das finalidades da utilização dos agrotóxicos consiste no aumento da produtividade de alimentos, para solucionar o problema da fome. Questionamos os alunos sobre essa problemática, se o aumento da produtividade de alimentos era suficiente para solucionar o problema da fome e abordamos o conceito de segurança alimentar, que está relacionado com a distribuição de alimentos para a população, ofertando alimentos seguros para uma nutrição saudável a preços acessíveis. Esses alimentos devem ser livres de contaminantes, desde a sua

---

<sup>1</sup> Reportagem disponível em:  
<https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2019/10/07/quem-criou-o-termo-agrotoxico-e-por-que-nao-pesticida-ou-defensivo-agricola.ghtml>.

produção até a mesa do consumidor, isso inclui também os alimentos processados e enlatados.

Os agrotóxicos são utilizados também sob a premissa de combater as pragas, para tratar as plantas, são utilizados massivamente na monocultura da soja, cana-de-açúcar, milho entre outros. Esses alimentos são transformados em óleo de soja, açúcar, etanol, biomassa, biscoitos, salgadinhos, entre outros alimentos ultraprocessados. Esse modelo de produção sustenta o agronegócio, um dos setores mais importantes da economia brasileira, que gera emprego e movimenta a balança comercial. Outra questão importante que abordamos, se refere ao trabalho análogo a escravidão, como vimos, cerca de 75% do trabalho análogo ao escravo, se encontra no agronegócio.

Abordamos também as formas de aplicação dos agrotóxicos e os impactos causados no meio ambiente. A aplicação é realizada por meio de bombas manuais, drones, tratores e pela pulverização aérea. Todas as formas de aplicação podem contaminar os alimentos, os rios, o solo, os animais e até mesmo a saúde humana. A pulverização aérea é mais arriscada, pois as gotas se espalham na atmosfera e podem contaminar regiões vizinhas.

Os agrotóxicos, quando utilizados em excesso, podem contaminar abelhas e outros animais, interferindo na cadeia alimentar e ecossistema da região. Outra questão que iremos abordar é a utilização da água para irrigação, uma vez que muita água é desperdiçada, cerca de 70% da água consumida em nosso país é utilizada na agricultura, o que gera conflito em regiões com escassez de água.

Contrapondo esse modelo, abordamos o modelo agroecológico que é mais seguro e sustentável e prioriza a não utilização de agrotóxicos. Nesse modelo, a estratégia para combater as pragas está no cultivo de espécies de plantas diferentes, em que a praga associada a uma planta é predadora da praga associada a outra planta. Porém, esse modelo tem uma baixa produtividade em relação ao modelo que utiliza agrotóxicos, tornando mais caros os alimentos.

Por fim, abordamos a controvérsia da questão: Sabendo que muitas famílias dependem do agronegócio, de alguma forma, para sobreviver e os agrotóxicos são considerados imprescindíveis para os modelos de produção agrícola compatíveis com o agronegócio, diante dos riscos associados a sua utilização, você acredita que eles devem ser utilizados ou não? Por quê?



## Aula 2: Organização do Conhecimento

Habilidade BNCC (EM13CNT203): Avaliar e prever efeitos de intervenção nos ecossistemas e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferência de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares e de realidade virtual entre outros) (BRASIL, 2017).

Objetivos gerais: Relacionar a problematização inicial aos conceitos de velocidade, distância, tempo, temperatura e energia.

Objetivos específicos:

- Analisar a relação entre distância, tempo e velocidade.
- Compreender o conceito de temperatura
- Compreender a energia cinética, potencial, térmica e as suas transformações.

Iniciamos essa aula lembrando as formas de aplicação dos agrotóxicos, umas das principais causas de contaminação ambiental por agrotóxicos relacionada a pulverização é a deriva. Esse fenômeno está associado à quantidade de agrotóxico que não atinge o alvo, se espalhando pelo ar (BOMBARDI, 2017). As principais causas que influenciam a deriva são: vento, temperatura do ar, umidade relativa do ar, distância do alvo, velocidade de aplicação e tamanho das gotas (BOMBARDI, 2017).

Relacionamos o espalhamento das gotas de agrotóxicos quando ocorre a deriva, com o processo de difusão das moléculas. Para desenvolver o conceito de temperatura, questionamos os alunos sobre o que eles entendiam por temperatura, um dos alunos disse que a temperatura estava associada à agitação das moléculas, alguns alunos relacionam a temperatura à sensação de quente e frio, estreitando essas ideias, construímos uma escala de temperatura, definindo os seus extremos, relacionando o mais quente ao ponto de ebulição da água e o mais frio ao ponto de solidificação da água, utilizamos aqui a escala Celsius, em que  $0^{\circ}$  é o ponto de solidificação e  $100^{\circ}$  é o ponto de ebulição da água, construímos também a escala Fahrenheit e a escala Kelvin.

Abordamos o conceito de equilíbrio térmico, a partir do funcionamento de um termômetro, uma vez que, para medir a temperatura de um corpo, colocamos um termômetro em contato com ele, quando o termômetro e o corpo atingem a mesma temperatura, eles alcançam o equilíbrio térmico. Em um termômetro de mercúrio, a coluna do líquido se expande, a temperatura é determinada pela coluna do líquido conforme a escala de temperatura. Assim, determinamos a temperatura do corpo, a temperatura também está relacionada a energia térmica, que é composta pela energia cinética e potencial dos átomos e das moléculas de um sistema (KNIGHT, 2009).

A energia cinética está relacionada ao movimento, a energia potencial gravitacional à posição, em um sistema conservativo, há momentos em que a energia cinética é convertida em energia potencial e a energia potencial em cinética, para compreender a transformação de energia cinética, potencial e térmica utilizamos a simulação do phet<sup>2</sup>, que permite visualizar a transformação da energia em cinética, potencial e térmica, no simulador, temos um skatista em uma pista de skate, quando ele sai da posição inicial, no alto da pista de skate, a energia associada ao movimento é potencial, a medida em que ele desce a pista de skate, a energia vai sendo convertida em energia cinética, quando o skatista termina de descer a pista a energia é convertida em energia térmica. Podemos associar a energia térmica ao combustível, visto que no motor de um automóvel a energia química armazenada no combustível é convertida parcialmente em energia térmica e mecânica que acelera o veículo (FREEDMAN, 2008).

Aqui resgatamos a problematização, pois o etanol é um combustível renovável, a sua utilização reduz as emissões de monóxido de carbono e dióxido de carbono, em comparação com a gasolina, mas quando pensamos na produção do etanol, os agrotóxicos são utilizados na cultura da cana-de-açúcar, e pode contaminar o solo, rios próximos de aplicado de forma inadequada, ou com agrotóxicos com alta toxicidade (SERWAY; JEWETT JUNIOR, 2014).

---

<sup>2</sup> Simulação disponível no link: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/energy-skate-park](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/energy-skate-park)

### Aulas 3 e 4: Juri simulado

Habilidade BNCC (EM13CNT304): Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de ciências da natureza (tais como tecnologia do DNA, células-tronco, produção de tecnologia de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros) com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis distinguindo diferentes pontos de vista (BRASIL, 2017).

Objetivos gerais: Desenvolver a argumentação dos estudantes, possibilitar a avaliação dos riscos e benefícios envolvidos na instalação de uma fábrica de agrotóxicos na cidade em que residem, proporcionando a tomada de decisão em relação à questão.

#### Objetivos Específicos:

- Pesquisar e analisar artigos científicos, para construir a argumentação.
- Analisar os riscos e benefícios envolvidos na implementação de uma fábrica de agrotóxicos na cidade, considerando o custo benefício acerca da oferta de emprego, economia da cidade e impactos ambientais.
- Julgar os riscos e benefícios acerca da questão, tomando a decisão sobre a vinda da empresa para a cidade.
- Identificar aspectos de ética e valores na argumentação e tomada de decisão.

Propomos um júri simulado, utilizando a técnica role play, os alunos assumirão um papel, defendendo uma equipe no júri. As equipes do júri foram: ambientalistas (defenderam o meio ambiente), empresários (defenderam a vinda da empresa), e os munícipes que irão decidir sobre a vinda da empresa. Os estudantes escolheram os grupos para trabalharem por identificação, o grupo que representou os munícipes escolheu esse posicionamento, enquanto os outros dois grupos queriam defender os empresários, assim, realizamos um sorteio com os dois grupos, e o grupo que defendeu o posicionamento ambientalista interpretou esse posicionamento que difere do real posicionamento deles.

Inicialmente, os alunos iriam pesquisar previamente os posicionamentos sobre a utilização de agrotóxicos, para construir os seus argumentos durante o júri, para auxiliar os alunos, fornecemos um texto de apoio para cada grupo construir a sua defesa, os alunos tinham acesso à internet na sala de aula, se achassem

necessário poderiam consultar na internet os posicionamentos para a construção da defesa, além da elaboração da defesa do posicionamento, os estudantes elaboraram também as questões utilizadas durante o júri.

A professora pesquisadora orientou o debate, que se iniciou com a defesa do grupo empresários, o grupo ambientalistas não apresentou a sua defesa, o grupo empresários foi questionado pelos grupos municipais e ambientalistas, e ao final, o grupo municipais revelou a sua decisão sobre a vinda da empresa para a cidade. Ao final da atividade, como avaliação, propomos aos alunos escrever sobre esse processo de ensino, de que forma contribuiu com eles, mas eles optaram por compartilhar conversando e mesmo assim, apenas dois alunos compartilharam a sua opinião, dizendo que gostaram mais do debate.

## 7 METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS DADOS

A constituição dos dados dessa pesquisa foi realizada a partir das gravações de áudio das aulas, observações e diário de campo. Para analisar os dados coletados, utilizamos a Análise Textual Discursiva (ATD). Segundo Galiazzi e Sousa (2019, p.2), a ATD é uma metodologia de análise de textos e discursos muito importante na pesquisa qualitativa, e é amplamente utilizada nas pesquisas em educação.

A ATD é um processo que integra análise e síntese, preconizando uma leitura aprofundada do material analisado, buscando alcançar uma compreensão mais complexa do fenômeno estudado (MORAES; GALIAZZI, 2016, p.136). Com a ATD, os textos serão desconstruídos em um primeiro momento, como um quebra-cabeça, as suas peças serão os trechos que serão isolados para a análise, depois esses trechos serão categorizados, organizando as peças que se encaixam, os trechos com características semelhantes, serão agrupados. Por fim, as categorias se unem em sua totalidade, produzindo, a partir da interpretação e compreensão, o metatexto, a compreensão do todo (MORAES; GALIAZZI, 2016).

A Análise Textual Discursiva compreende quatro etapas, sendo elas:

1) Unitarização: Etapa na qual os textos transcritos das gravações são explorados e decompostos em unidades constituintes; 2) Categorização: Nessa etapa, estabelecemos relações entre as unidades constituintes da etapa anterior, de acordo com as suas diferenças e semelhanças, ocorrendo um novo agrupamento dos dados de acordo com as características em comum; 3) Captação do novo emergente: é possível, ter uma compreensão do todo, combinando os elementos construídos nas etapas anteriores, elaboramos o metatexto; 4) Processo auto-organizado: Nessa etapa, a partir do metatexto, surgem as compreensões, concretizando a análise (MORAES; GALIAZZI, 2016).

A partir dos dados obtidos, identificamos a tomada de decisão dos alunos frente a controvérsia da QSC, os valores e aspectos éticos que norteiam os seus argumentos compartilhados com a turma no decorrer da sequência didática.

## 8 RESULTADOS E ANÁLISE

Resgatando a nossa questão de pesquisa, a qual buscamos a resposta: De que maneira o desenvolvimento das questões sociocientíficas relacionadas à temática dos agrotóxicos, em um processo de ensino desenvolvido na sala de aula, por meio de uma sequência didática para o ensino de física, pode contribuir com a tomada de decisão e formação para cidadania em alunos do ensino médio?

Dessa forma, é importante definirmos a tomada de decisão e a formação para a cidadania. A tomada de decisão, em nossa pesquisa, se aproxima da formação de opinião em que ocorre o desenvolvimento da atitude, ou seja, a tomada de decisão compreende todos os fatores que compõem o ponto de vista, e a opinião (RATCLIFFE; GRACE, 2003).

Entendemos que a cidadania compreende o exercício da participação social e política, dos direitos e deveres políticos, civis e sociais, permitindo que os estudantes desenvolvam no seu dia a dia atitudes de solidariedade, cooperação e repúdio às injustiças (BRASIL, 1998, p. 7). Nesse sentido, a formação para a cidadania implica em agir como um cidadão, envolvendo o aprendizado de conteúdos, e o desenvolvimento de habilidades e valores, para o exercício da cidadania (TURNER, 1999).

Durante o desenvolvimento do processo de ensino na escola, utilizamos nas aulas, um diário de campo para anotar as observações em sala de aula, e um gravador de áudio para analisarmos as discussões promovidas durante o desenvolvimento das aulas. As gravações em áudio foram transcritas e reunidas com as observações. Analisando as observações e a transcrição dos áudios, emergiram cinco categorias, que influenciam a tomada de decisão, sendo elas: I) Aspectos éticos; II) Ontologia moral; III) Probabilidade e risco; IV) Conhecimentos científicos e tecnológicos e V) Dados estatísticos.

Ao abordar a controvérsia, questionando os estudantes se os agrotóxicos devem ser utilizados ou não, destacamos os trechos transcritos abaixo:

Aluno A: “É melhor não utilizar agrotóxicos, mas muitas coisas hoje em dia dependem muito dos agrotóxicos, tipo algumas plantas em alguns lugares não conseguem ser plantadas sem agrotóxicos.”

Aluno B: “Eu acho que tem que ter sim, só que de maneira moderada, agrotóxicos legais que não seja agressivo.”

Pesquisadora: “Você acha que tem que usar, mas desde que seja um agrotóxico que não seja agressivo?”

Aluno B: “Que ele não seja agressivo”

O Aluno B ainda complementa que deve ser utilizado trator para pulverizar os agrotóxicos e o correto seria aplicar os agrotóxicos e fazer a reaplicação após um determinado período de tempo. O aluno A diante da controvérsia, não tem um posicionamento definido, ele considera que é melhor não utilizar agrotóxicos, ficando subentendida uma preocupação com o meio ambiente, porém ele argumenta que muitas coisas dependem dos agrotóxicos.

O aluno B por sua vez, se posiciona a favor da utilização dos agrotóxicos, considerando que eles sejam utilizados de forma moderada, e desde que não sejam agressivos. Em seu posicionamento, fica entendido que os riscos ambientais podem ser reduzidos com a utilização de agrotóxicos “legais que não sejam agressivos”.

No início do júri simulado, os estudantes que representavam o grupo empresários, apresentaram os seus argumentos em defesa da vinda da empresa para a cidade, destacamos abaixo alguns pontos da defesa:

Representante do grupo empresários: “... Uma coisa que vão questionar é o fato da intoxicação, o Brasil registrou 40 locais de intoxicação na última década, inclusive no Paraná, um caso que usou bastante agrotóxico em excesso.

O modelo de agricultura agressivo é praticado no mundo todo, e fez crescer a produção global de alimentos, e trouxe com ele a necessidade de combater pragas e doenças. Pense em uma empresa, em uma cidade, município, estado ou país, com muita perda dessa, não teria como nos movimentarmos o país sem uma crise energética, e em consequência dos fatos, é de suma importância ressaltar o fato de que não é porque traremos um projeto utilizando agrotóxicos que os mesmos trarão malefícios a comunidade local, pelo contrário estaremos prevenindo a comunidade de uma crise energética, pois é fundamental que vocês saibam que esses produtos são responsáveis por nossa alimentação. Os dados da ONU, mostram que se não existisse essa tecnologia cerca de 40% do que é produzido de alimentos seria perdido, na qual, conseqüentemente, entraremos em uma crise.”

Analisando esse trecho da defesa, percebemos que na construção dos argumentos, os estudantes citam dados estatísticos da ONU e a intoxicação por agrotóxicos, mas ressaltam que o projeto pensado para a comunidade local não irá trazer malefícios para a comunidade, citando como benefício a prevenção de uma crise energética, e a produção de alimentos. Esses argumentos visam maximizar o bem-estar da população, o risco ambiental não é considerado, enquanto o risco por intoxicação humana é minimizado.

No que se refere aos aspectos éticos, esses argumentos correspondem à ética utilitarista, segundo Conrado e Nunes Neto (2018, p.102), na ética utilitarista a ação designada maximiza o bem, visando alcançar o máximo de pessoas. Quanto à ontologia moral, esses argumentos correspondem ao antropocentrismo, segundo Conrado e Nunes Neto (2018, p.102), no antropocentrismo “somente os seres humanos merecem consideração moral e somente ações que afetam humanos merecem um exame moral.”

A seguir, destacamos mais alguns argumentos citados pelos estudantes na defesa dos empresários:

Representante do grupo empresários: “...Nunca iremos trazer algo novo para o município caso houvesse algum risco para os seus habitantes, até porque o nosso foco é completamente outro, juntamente com a empresa iremos trazer 450 empregos para trabalhadores.

Você pode questionar: nossa, tantos empregos assim deve ser fraude? Não, é verídico essa informação, pois queremos cuidados específicos com o meio ambiente, queremos mais fiscalização, inclusive relacionando com a quantidade de produtos a serem utilizados, a qualidade deles, entre outros a fim de ter um resultado satisfatório...”

Analisando esse trecho da defesa, os estudantes destacaram a geração de empregos para a cidade, beneficiando a população, e a preocupação com o meio ambiente. Esses argumentos são norteados pela ética utilitarista, uma vez que visa o benefício das pessoas com a geração de empregos, quanto à ontologia moral, a preocupação com o meio ambiente e possíveis riscos para os habitantes, se alinham com a perspectiva biocêntrica, segundo Conrado e Nunes Neto (2018, p.104), a perspectiva biocêntrica, considera que seres humanos e não humanos têm a mesma relevância, além disso, entende que os animais e plantas também têm o seu valor próprio.

Prosseguindo o júri, o grupo munícipes, fez duas perguntas para o grupo empresários, segue o diálogo:

Representante do grupo munícipes: “Com base nos agrotóxicos que vocês produzem, vocês têm várias empresas em vários países, certo? Vocês utilizam a mesma composição para todos os países ou têm uma exclusiva só para o Brasil?”

Resposta do grupo empresários: “Aqui nós pensamos no bem para todos, nós pensamos em um produto para que possamos tanto aqui, quanto lá nos Estados Unidos, sem modo de que, prejudique a população, ou seja, no Brasil e Estados Unidos, ou seja, em outros países, nós só iremos utilizar agrotóxicos legais, sem restrição.”

Representante do grupo munícipes: “Analisando o quadro de produção de vocês, eu vi que vocês produzem, o endosulfan, que é um agrotóxico



extremamente tóxico, segundo o quadro de 2022 da Anvisa, esse agrotóxico é proibido.”

Resposta do grupo empresários: “Os dados apresentados por aí, são de empresas que já vieram no passado aqui para Araras, na qual, eles não foram aprovados até hoje, porque são proibidos, nós iremos apresentar apenas agrotóxicos legais, e não vamos apresentar o que você falou, e o que é considerado agrotóxico tóxico.”

Podemos notar a utilização do conhecimento científico e tecnológico na construção da segunda questão que o grupo municipais fez para o grupo empresários, uma vez que eles citam o agrotóxico endosulfan. Na resposta para essas duas perguntas, o grupo empresários enfatiza que irão produzir apenas agrotóxicos legais, que não tem restrição, novamente o argumento deles coincide com a ética utilitarista e a ontologia moral antropocêntrica, quando respondem a primeira pergunta, com a fala: “Aqui nós pensamos no bem para todos”, entendemos que eles se referiam aos seres humanos.

Seguindo o júri, o grupo ambientalistas fizeram duas perguntas para o grupo empresários:

Representante do grupo ambientalistas: “Sobre o nascimento de bebês com má formação congênita, provocando abortos espontâneos e desenvolvimento anormal?”

Resposta do grupo empresários: “Isso foi através de uso excessivo, uso errado de agrotóxicos, assim como já apresentei o nosso projeto é trazer agrotóxico legal, agrotóxico não irá fazer mal para a população local.”

Representante do grupo ambientalistas: “Sobre o descarte inadequado nas ruas, o que você diz sobre a morte de milhares de peixes com o caminhão que levava produtos de sua empresa?”

Representante do grupo empresários: “Nesse caso tinha uma nascente a 100 metros da empresa construída, a 100 metros dela tinha uma nascente em que ocorreu o descarte incorreto, e o agrotóxico saiu como vilão, nesse caso, só que no nosso caso, a nascente mais perto vai ficar do lado contrário da nossa empresa, então não tem como gerar descarte incorreto na nascente, porém nós iremos ter o descarte correto dentro da empresa, assim como já falei, por isso essa quantidade de empregados.”

As duas perguntas elaboradas pelo grupo ambientalistas se referem à contaminação humana e ambiental, na resposta para ambas as perguntas, os argumentos do grupo empresários, são novamente guiados pela ética utilitarista, ficando evidente na fala: “agrotóxico não irá fazer mal para a população local.” Sobre o descarte inadequado, o grupo argumenta que a empresa não será construída próximo a nascente e que o descarte será realizado na própria empresa, ressaltando

a contratação de empregados responsáveis por essa situação, esse argumento, considera a dimensão ambiental, se aproximando da ontologia moral biocêntrica.

As próximas perguntas foram efetuadas pelos grupos ambientalista e munícipes:

Representante do grupo ambientalistas: “E sobre a saúde dos trabalhadores, a exemplo da fábrica de abacaxis lá no Ceará, cerca de 53% desses trabalhadores tiveram alterações na função hepática que possivelmente tenha sido causada no ambiente de trabalho ?”

Resposta do grupo empresários: “Assim como já comentei com eles, tudo pode acontecer, nem tudo é 100%, a partir do momento que uma empresa gera empregos, ela tem que estar se preocupando com todos os dados desses trabalhadores, inclusive de quem entrará em contato direto com os agrotóxicos, o uso de EPI, ou seja, nós teremos que ter todos os trabalhadores com os devidos EPIs, para não acontecer algo do tipo que aconteceu aí.”

Representante do grupo munícipes: “As pessoas que moram perto da região onde vocês produzem seus próprios agrotóxicos, vocês acham que deveriam ter alertado as consequências que teriam morar por perto ?”

Representante do grupo empresários: “Todos devem ser alertados, só que é o que já comentei aqui, a produção de agrotóxicos terá uma distância que será correta do município, ou seja, não teria tantos moradores perto para acontecer algo do tipo, se tivesse no caso de acontecer, inclusive com moradores da comunidade local, porque querendo ou não é uma fábrica de agrotóxicos.”

Os argumentos utilizados pelo grupo empresários são baseados nos riscos assumidos, sendo evidenciados na fala: “tudo pode acontecer, nem tudo é 100%”, e no final da resposta à pergunta dos munícipes: “Porque querendo ou não é uma fábrica de agrotóxicos.” Além disso, destacam o cuidado em utilizar os EPIs. A última pergunta feita pelo grupo munícipes para o grupo ambientalistas compreende o protocolo de Kyoto, fundamentado em conhecimentos científicos:

Representante do grupo munícipes: “Sobre o protocolo de Kyoto, o protocolo de Kyoto serve para a emissão de poluentes e também agrotóxicos, porque agrotóxicos podem poluir o meio ambiente e podem fazer mal para os moradores da redondeza.”

Resposta do grupo empresários: “Pode, a partir do momento em que o uso é incorreto, nós temos como uso correto do agrotóxico, se não usarmos de maneira errada, pode acontecer o que você está falando, seria o caso de uma empresa que não condiz com a gente.”

Na construção da pergunta para o grupo empresários, o grupo munícipes, se fundamentou no protocolo de Kyoto, associando indiretamente conhecimento científico com os agrotóxicos, na resposta do grupo empresários, fica evidente que o

grupo entende que os agrotóxicos poluem em casos de uso incorreto. Encerrando as perguntas, o grupo munícipes se reuniu e apresentou a sua decisão:

Representante do grupo munícipes: “Bom seguindo tudo o que os empresários falaram, se eles estão dizendo realmente a verdade, que eles seguiram todos os protocolos, eles podem sim vir para a cidade, porém seguindo algumas normas, por exemplo, não produzir o agrotóxico endosulfan, se eles não produzirem isso e alertarem a população, que eles estão vindo para cá, ou que eles vão fazer em uma região isolada da cidade eles podem vir.”

O grupo munícipes optou por aceitar a vinda da fábrica, argumentando que não fabricassem o agrotóxico endosulfan e que a fábrica deveria ser construída em uma região isolada da cidade.

De modo geral, o desenvolvimento da sequência didática elaborada com base nos três momentos pedagógicos, utilizando a QSC agrotóxicos, permitiu o exercício das habilidades de argumentação e trabalho em grupo. Os argumentos foram elaborados em grupo pelos estudantes, pudemos observar que as opiniões de todos foram respeitadas.

Analisando os aspectos potenciais da QSC para a tomada de decisão, examinamos os argumentos construídos pelos estudantes, que representam as suas opiniões e pontos de vista. Identificamos que as suas opiniões, pontos de vista, foram construídas fundamentadas em aspectos éticos, morais, conhecimentos científicos, dados estatísticos e probabilidade e risco. Os aspectos éticos foram guiados pela ética utilitarista e os aspectos morais foram guiados pelo antropocentrismo e pela perspectiva biocêntrica.

Na elaboração das questões do grupo munícipes, identificamos conceitos científicos, como a toxicidade do agrotóxico endosulfan, e indiretamente pelo protocolo de Kyoto. Além disso, os argumentos também envolviam a análise de riscos, convergindo com as ideias de Ratcliffe e Grace (2003, p. 88), em que se reconhece que “nenhuma atividade é isenta de riscos”, estando evidente na fala do representante do grupo empresários: “nada é cem por cento”.

Diante disso, concordamos com Ratcliffe e Grace (2003, p.52), no sentido de que quando temos por objetivo desenvolver nos estudantes as habilidades que possibilitam a ação responsável diante do confronto com QSCs reais, é mais plausível esperarmos o desenvolvimento dos pontos de vista, opiniões do que

esperar a mudança de comportamento, uma vez que as ações dos estudantes relacionadas aos problemas reais ocorrem na sua vida cotidiana.

Na formação para a cidadania, foi possível exercitar as habilidades de argumentação e trabalho em grupo. Os estudantes trabalharam em conjunto para desenvolver os seus argumentos, mobilizando conteúdos científicos em meio às discussões.

Ao abordar a controvérsia diante da sala, menos da metade dos estudantes que participaram da pesquisa, compartilharam o seu posicionamento em relação à utilização dos agrotóxicos, bem como ao final do júri simulado, quando questionamos os alunos sobre o que eles mais gostaram durante o processo de ensino desenvolvido com eles na sala de aula, e o qual a opinião deles sobre o que foi trabalhado nesse período, apenas dois alunos compartilharam os seus pontos de vista, dizendo que gostaram mais do debate, sem entrar em detalhes.

Assim, a participação dos estudantes nas discussões se mostram como um desafio para o desenvolvimento das QSC na sala de aula, entendemos que a baixa participação dos estudantes nas discussões, podem estar relacionadas ao desinteresse dos alunos, timidez, temor de que o seu ponto de vista esteja errado. Dessa forma, para ultrapassar essa barreira, e proporcionar um ambiente em que o estudante se sinta à vontade para compartilhar o seu ponto de vista, é importante resgatar o papel social da escola, como um espaço formativo, em que, se faz a educação, visando a humanização do homem (GHEDIN; FRANCO, 2011).

Entendemos que com o desenvolvimento de QSC de forma contínua na escola, podemos proporcionar esse ambiente em que os estudantes se sintam confortáveis em compartilhar, seus posicionamentos, por meio do diálogo entre professor e os estudantes, além disso, o desenvolvimento de QSC na sala de aula, possibilita o engajamento dos estudantes e a compreensão dos problemas sociais e ambientais, a partir dessa compreensão da relação entre os problemas ambientais e sociais, e o seu cotidiano, pode ocorrer a ação dos estudantes na busca por uma sociedade mais justa e sustentável (PAIVA; OLIVEIRA, 2019).

Em suma, o quadro 1 abaixo, sintetiza as categorias que emergiram em nossa análise e fundamentam os argumentos e questões elaboradas pelos estudantes, considerando a tomada de decisão e formação para a cidadania.

**Quadro 1:** Síntese das categorias da análise.

ITEM	CATEGORIA	Fundamentos
Tomada de decisão	Aspectos éticos	Ética utilitarista
Tomada de decisão	Ontologia moral	Antropocentrismo e Biocentrismo
Tomada de decisão	Probabilidade e risco	Falas: “Nada é 100%”
Tomada de decisão	Conhecimentos científicos	Toxicidade do agrotóxico endosulfan e o protocolo de Kyoto
Tomada de decisão	Dados estatísticos	Produção de alimentos - Fonte ONU
Formação para a cidadania	Habilidades	Argumentação, cooperação e respeito às opiniões.

**Fonte:** Elaboração própria

## 9 CONCLUSÃO

Concluimos que o processo de ensino desenvolvido na escola, utilizando quatro aulas, permitiu apresentar aos estudantes a QSC agrotóxicos e as suas dimensões: políticas, econômicas, sociais e ambientais. Além disso, foi possível mobilizar conhecimentos de física relacionados a QSC no desenvolvimento da sequência didática.

Durante o desenvolvimento do processo de ensino na escola, poucos estudantes compartilharam seus pontos de vista com a turma e os argumentos desenvolvidos pelo grupo, a dificuldade em participar das discussões se mostra como um desafio quando trabalhamos com questões sociocientíficas, uma vez que, almejamos provocar nos estudantes a reflexão sobre a questão e o engajamento para a participação da resolução de problemas sociais. Tais dificuldades, estão associadas a timidez, temor de que seu ponto de vista esteja errado e até mesmo ao desinteresse em participar das discussões. Assim, evidenciamos a importância em promover no espaço escolar o diálogo entre os estudantes e os professores, no sentido de que eles se sintam confiantes em compartilhar seus pontos de vista e opiniões.

Ao final do processo de ensino, em que os estudantes iriam refletir sobre a sua formação, os estudantes que se pronunciaram afirmaram que gostaram mais do debate sem dar mais detalhes, impossibilitando em nossa análise reconhecer a mudança de atitude para a participação nas discussões políticas e sociais. Entendemos que com apenas quatro aulas, ainda seria difícil verificar a mudança de atitude nos estudantes para a participação política e social, uma vez que, a mudança acontece no dia a dia dos estudantes.

Diante disso, no contexto escolar, identificamos como aspectos potenciais na tomada de decisão dos estudantes, o desenvolvimento de aspectos éticos e valores morais, como era esperado, uma vez que as QSCs possibilitam o desenvolvimento de habilidades e valores nos estudantes. Os aspectos éticos foram guiados pela ética utilitarista, enquanto os valores morais foram guiados pelo antropocentrismo e biocentrismo.

Além disso, os argumentos construídos pelos estudantes são consistentes, uma vez que, identificamos na constituição deles conhecimentos científicos como a

toxicidade do agrotóxico endosulfan e o protocolo de Kyoto fundamentado em conhecimentos científicos, foi possível identificar também dados estatísticos retirados de fontes confiáveis e possíveis riscos.

No que se refere à formação para a cidadania, no contexto escolar foi possível desenvolver habilidades de argumentação e cooperação dos estudantes na elaboração dos argumentos e questões durante o júri simulado, as opiniões dos estudantes foram respeitadas durante a elaboração dos argumentos e questões. Dessa forma, as QSCs, se mostram potenciais para desenvolver nos estudantes aspectos éticos, valores morais, mobilização de conhecimentos científicos, habilidades de argumentação, construção de argumentos consistentes e cooperação entre os estudantes.

A baixa participação dos estudantes nas discussões se mostram como um desafio ao trabalhar com QSCs na sala de aula, acreditamos que promovendo um espaço para o diálogo entre os estudantes e professores durante as aulas, em que eles sejam incentivados a compartilhar suas opiniões e pontos de vista, eles possam participar mais das discussões na sala de aula.

Ainda que não conseguimos identificar a mudança de atitude dos estudantes, frente aos problemas cotidianos, entendemos que desenvolvendo constantemente as QSCs, podemos alcançar a formação para a cidadania no sentido de promover o engajamento dos estudantes para a participação das discussões sobre política, economia, sociedade, meio ambiente, além de desenvolver valores, atitudes de cooperação e solidariedade na busca por uma sociedade mais justa e sustentável.

## 10 REFERÊNCIAS

ANDRADE, Maria Aparecida da Silva. **Construção e aplicação de uma sequência didática colaborativa a partir de uma questão sociocientífica sobre agrotóxicos na perspectiva CTSA**. 2016. 233 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/handle/ri/22018>>. Acesso em: 04 set. 2022.

AÑEZ, Fernanda. **FORMAÇÃO DOS SUJEITOS PARTICIPANTES DE UMA ATIVIDADE DE COMUNICAÇÃO SOBRE AS QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS DOS AGROTÓXICOS**. 2020. 168 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação em Ciências e Matemática, Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação, Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2020. Disponível em: [https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/13210/A%C3%91EZ\\_Fernanda\\_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/13210/A%C3%91EZ_Fernanda_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y). Acesso em: 20 ago. 2023.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICO-TECNOLOGICA PARA QUÊ? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [S.L.], v. 3, n. 2, p. 122-134, dez. 2001. FapUNIFESP (SciELO). doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172001030203>. Acesso em: 05 mai. 2022.

AZEVEDO, Rosa Oliveira Marins et al. Questões sociocientíficas com enfoque CTS na formação de professores de Ciências: perspectiva de complementaridade. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 9, n. 18, p. 84-98, jun. 2013. ISSN 2317-5125. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/2025/2380>>. Acesso em: 02 set. 2022. doi:<http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v9i18.2025>.

BEN. **BEN Relatório síntese 2023**: ano base 2022. Brasília: Brasil, 2023. Disponível em: <[https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-681/BEN\\_S%C3%ADntese\\_2023\\_PT.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-681/BEN_S%C3%ADntese_2023_PT.pdf)>. Acesso em: 22 ago. 2023.

Bombardi, Larissa Mies. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia**. São Paulo: Laboratório de Geografia Agrária – FFLCH-USP, 2017.

BRASIL. Constituição (1996). Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996. : Artigo 2º. Brasília, Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9394.htm#:~:text=Art.%20%C2%BA%20A%20educ%C3%A7%C3%A3o%20dever,sua%20qualifica%C3%A7%C3%A3o%20para%20%20trabalho](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm#:~:text=Art.%20%C2%BA%20A%20educ%C3%A7%C3%A3o%20dever,sua%20qualifica%C3%A7%C3%A3o%20para%20%20trabalho)>. Acesso em: 30 jun. 2023.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais : Ciências Naturais**. Brasília: Mec, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2023.

Brasil. **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da educação. 2017.

CASSIANI, Suzani (Org.); LINSINGEN, Irlan Von (Org.). **RESISTIR, (RE)EXISTIR E (RE)INVENTAR A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**. Florianópolis, 2019. Disponível em: <<https://nup.ced.ufsc.br/>>. Acesso em: 2 set. 2022.



CAVALLI, Suzi Barletto et al. Segurança alimentar: a abordagem dos alimentos transgênicos. **Revista de Nutrição**, [S.L.], v. 14, n. , p. 41-46, 2001. Disponível em: <<https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/1922>>. Acesso em: 23 jun. 2023.

CEPEA. **MERCADO DE TRABALHO DO AGRONEGÓCIO**. 2023. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/mercado-de-trabalho-do-agronegocio.aspx>>. Acesso em: 28 jul. 2023.

CHERON, Maristela. **APLICAÇÃO DA TÉCNICA ROLE-PLAY NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL**. Instituto Federal Santa Catarina, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/1922>>. Acesso em 07 jul. 2023.

CONRADO, Dália Melissa; NUNES NETO, Nei (org.). **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. 570 p. Disponível em: <<http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/27202>>. Acesso em: 18 set. 2022

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. Cortez, 2018. 288 p.

DIAS, Rafael; DAGNINO, Renato. A política científica e tecnológica brasileira: três enfoques teóricos, três projetos políticos. **Revista de Economia**, [S.L.], v. 33, n. 2, p. 91-113, 11 dez. 2007. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/economia/article/view/6511>>. Acesso em: 23 mar. 2023.

DOS SANTOS, Widson Luiz Pereira. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. Amazônia: **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 9, n. 17, p. 49-62, dez. 2012. ISSN 2317-5125. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/1647>>. Acesso em: 02 jul. 2023. doi:<http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v9i17.1647>.

DRUGOWICH, M.I.; D'AURIA, M. G. D. P. M.. **A ÁGUA NA AGRICULTURA**. Campinas: Cati, 2017. Disponível em: <<https://unica.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Uso-Racional-agua-.pdf>>. Acesso em: 01 maio 2023.

FIOCRUZ. **COMMODITIES - DEFINIÇÃO**. 2023. Disponível em: <https://www.epsjv.fiocruz.br/commodities-definicao#:~:text=Commodities%20s%C3%A3o%20produtos%20de%20origem,e%20procura%20internacional%20da%20mercadoria..> Acesso em: 20 ago. 2023.

FREEDMAN, Young e. **Física 1**. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2008.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 6ª edição. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1978.

G1. **Pesquisa realizada em Mato Grosso revela contaminação de leite materno**. 2011. Disponível em: <https://glo.bo/gikaZx>. Acesso em: 28 jul. 2023.

G1. **Milhões de abelhas morrem em apiário de Araras; suspeita é de agrotóxico**. 2017. Disponível em: <http://glo.bo/2lwxBSf>. Acesso em: 01 maio 2023.

G1. **Antas estão morrendo e sendo afetadas por agrotóxicos utilizados no Cerrado de MS, aponta pesquisa**. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/ms/mato-grosso-do-sul/noticia/2021/06/30/antas-estao-morrendo-e-sen>

do-afetadas-por-agrotoxicos-utilizados-no-cerrado-de-ms-aponta-pesquisa.ghtml. Acesso em: 01 maio 2023.

G1. **Agrotóxicos banidos na UE e EUA encontram terreno fértil no Brasil.** 2022.

Disponível em:

<<https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2022/03/04/agrotoxicos-banidos-na-ue-e-eua-encontram-terreno-fertil-no-brasil.ghtml>>. Acesso em: 01 maio 2023.

G1. **Trabalho escravo no campo: o que dizem trabalhadores, fiscais e pesquisadores sobre o recorde de resgates.** 2023. Paula Salati. Disponível em:

<<https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2023/03/26/trabalho-escravo-no-campo-o-que-dizem-trabalhadores-fiscais-e-pesquisadores-sobre-o-recorde-de-resgates.ghtml>>.

Acesso em: 04 jul. 2023.

GALIAZZI, Maria do Carmo; SOUSA, Robson Simplicio de. A dialética na categorização da análise textual discursiva: o movimento recursivo entre palavra e conceito. **Revista Pesquisa Qualitativa**, [S. l.], v. 7, n. 13, p. 01–22, 2019. DOI:

<https://doi.org/10.33361/RPQ.2019.v.7.n.13.227>. Disponível em:

<<https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/227>>. Acesso em: 18 jul. 2023.

GHEDIN, Evandro; FRANCO, Maria Amélia Santoro. **Questões de método na construção da pesquisa em educação.** 2. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

GODOY-1, Thiago; REGINA, Andréa; LEITE-, Buratti; *et al.* **ROLE PLAY E DEBATE NO ENSINO MÉDIO.** [s.l.: s.n., s.d.]. 2012. Disponível em:

<[https://pibid.ufabc.edu.br/II\\_simposio/resumos/110.pdf](https://pibid.ufabc.edu.br/II_simposio/resumos/110.pdf)>. Acesso em: 23 mai. 2023.

GREENPEACE (Brasil). **Agricultura tóxica: um olhar sobre o modelo agrícola brasileiro.** São Paulo: Greenpeace Brasil, 2017.

KNIGHT, Randall D. **Física Uma abordagem estratégica: termodinâmica óptica.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

IBGE. **Censo Agro.** 2017. Disponível em:

<<https://censoagro2017.ibge.gov.br/2012-agencia-de-noticias/noticias/27608-economia-brasil-eira-consumiu-6-3-litros-de-agua-para-cada-r-1-gerado-em-2017.html>>. Acesso em: 01 maio 2023.

IUNG IZOLANI, F. AGROTÓXICOS E A REVOLUÇÃO VERDE DA LINGUAGEM: PROPOSTAS COLONIAIS PELO PROJETO DE LEI DO VENENO E A SUBSTITUIÇÃO DO TERMO “AGROTÓXICO” NA LEI 7.802/1989. **Pensamento Republicano**, [S.L.], v. 13, p. 13-28, 31 jan. 2021. Disponível em:

<<http://ojs.urepublicana.edu.co/index.php/pensamientorepublicano/article/view/751>>. Acesso em: 08 jun. 2023.

LOPES, Carla Vanessa Alves; ALBUQUERQUE, Guilherme Souza Cavalcanti de.

Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática.

**Saúde em Debate**, [S.L.], v. 42, n. 117, p. 518-534, jun. 2018. FapUNIFESP (SciELO).

<http://dx.doi.org/10.1590/0103-1104201811714>. Acesso em: 01 mai. 2023.

LOPES, Nataly Carvalho; CARVALHO, Washington Luiz Pacheco de. Agrotóxicos - toxidade versus custos: uma experiência de formação de professores com as questões sociocientíficas no ensino de ciências. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 9, n. 17, p. 27-48, dez. 2012. ISSN 2317-5125. Disponível em:

<<https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/1646>>. Acesso em: 01 mai. 2023. doi:<http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v9i17.1646>.

LOPES, Nataly; MILARÉ, Tathiane. 2A002 Aspectos das questões sociocientíficas na formação de professores de física e química expressos na elaboração de sequências didáticas. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, 2018. Disponível em: <<https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/8889>>. Acesso em: 01 mai. 2023.

MALUF, Renato S. et al. Contribuição ao Tema da Segurança Alimentar no Brasil. **Revista Cadernos de Debate**, Campinas, v. 6, p. 66-88, maio 1996. Disponível em: <[https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/MALUF%20et%20al%20\(1996\).pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/MALUF%20et%20al%20(1996).pdf)>. Acesso em: 05 jul. 2023.

MEZALIRA, Sandra Mara et al. Movimentos no projeto Cirandar: A Educação CTS e Freireana articuladas com a temática dos agrotóxicos em teses e dissertações. **Extensão em Foco**, [S.l.], n. 25, dez. 2021. ISSN 2358-7180. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/extensao/article/view/81271>>. Acesso em: 01 set 2022. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/ef.v0i25.81271>.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise Textual Discursiva**. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2016.

PAIVA, Ayane de Souza; OLIVEIRA, Roberto Dalmo Varallo Lima de. Questões Sociocientíficas e Educação em Direitos Humanos: consensos e possibilidades. In: ENPEC, n. 7. 2019. 2019.. Disponível em: <[https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/listaresumos\\_1.htm](https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/listaresumos_1.htm)>. Acesso em: 9 set. 2022.

RATCLIFFE, Mary; GRACE, Marcus. **Science Education for Citizenship: Teaching Socio-Scientific Issues**. Philadelphia: Open University Press, 2003. 177 p.

ROVARI CODEIRO, J. D. O Agrotóxico não é pop: como as narrativas hegemônicas e contra-hegemônicas constroem os processos de comunicação entre campo e cidade. **Revista Mídia e Cotidiano**, v. 13, n. 2, p. 220-242, 30 ago. 2019. DOI: <https://doi.org/10.22409/ppgmc.v13i2.27668>. Acesso em 01 mai. 2023.

SERWAY, Raymond A.; JEWETT JUNIOR, John W.. **Princípios de física**. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

SILVERIO, Astrid Merino; PINHEIRO, Patrícia Barros. A BIOCÊNCIA DOS AGROTÓXICOS E SEU IMPACTO NA SAÚDE. **Revista Ouricuri**, [S.L.], v. 9, n. 2, p. 16-33, 2020. <https://doi.org/10.29327/ouricuri.9.2-9>. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/ouricuri/article/view/6544>. Acesso em: 18 set. 2022.

SOUSA, Polliane Santos de; GORRI, Ana Paula. Agrotóxicos no Brasil: Uma Visão Relacional a Partir da Articulação Freire-CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 19, p. 399–422, 2019. DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2019u399422> Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/12384>. Acesso em: 18 set. 2023.

TURNER, Phil. Education for Citizenship and the Teaching of Democracy in Schools. **Teaching Public Administration**, v. 19, n. 2, p. 46–49, 1999.

UNICEF. **Relatório da ONU: Números globais de fome subiram para cerca de 828 milhões em 2021**. 2022. Disponível em:

<<https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/relatorio-da-onu-numeros-globais-d-e-fome-subiram-para-cerca-de-828-milhoes-em-2021>>. Acesso em: 01 maio 2023.

UOL. **Levantamento mostra que a água para consumo tem alto índice de agrotóxicos**. Vinicius Botelho. 2022.. Disponível em:

<https://www.uol.com.br/vivabem/noticias/redacao/2022/06/10/levantamento-mostra-que-agua-para-consumo-tem-alto-indice-de-agrotoxico.html>. Acesso em: 18 set. 2022.

VASCONCELOS, Yuri. **Agrotóxicos na berlinda**. 2018. Disponível em:

<https://revistapesquisa.fapesp.br/2018/09/18/agrotoxicos-na-berlinda/>. Acesso em: 1 maio 2023.

VEIGA, Marcelo Motta. Agrotóxicos: eficiência econômica e injustiça socioambiental.

**Ciência & Saúde Coletiva**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 145-152, mar. 2007. FapUNIFESP

(SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-81232007000100017>. Acesso em: 01 mai. 2023.

YIN, Robert K.. **Pesquisa Qualitativa do Início ao Fim**. Porto Alegre: Penso, 2016. 336 p.

ZAUITH, G.; HAYASHI, M. C. P. I. A influência de Paulo Freire no ensino de ciências e na educação CTS: uma análise bibliométrica. **Revista HISTEDBR** On-line, Campinas, SP, v. 13, n. 49, p. 267–293, 2013. DOI: <https://doi.org/10.20396/rho.v13i49.8640332>. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8640332>>. Acesso em: 2 jul. 2023.