

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

Angélica Cristina Martins Silva

**PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA FUNDAMENTADA EM UMA
QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA SOBRE O EFEITO ESTUFA**

Ouro Preto

2021

ANGÉLICA CRISTINA MARTINS SILVA

**PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA FUNDAMENTADA EM UMA
QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA SOBRE O EFEITO ESTUFA**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado como requisito parcial para obtenção de grau de Licenciada em Química, pelo curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Ouro Preto.

Orientadora: Prof. Me. Gabriella Leone
Fernandes Veloso

Co-orientadora: Prof. Me. Gabriela Mara de
Paiva Campos Andrade

Ouro Preto

2021

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

S586p Silva, Angelica Cristina Martins .
Proposta de uma sequência didática fundamentada em uma questão
sociocientífica sobre o efeito estufa. [manuscrito] / Angelica Cristina
Martins Silva. - 2021.
71 f.: il.: color., tab..

Orientadora: Profa. Ma. Gabriella Leone Fernandes Veloso.
Coorientadora: Ma. Gabriela Mara de Paiva Campos Andrade.
Monografia (Licenciatura). Universidade Federal de Ouro Preto.
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Graduação em Química .

1. Ciências - Estudo e ensino. 2. Exame Nacional do Ensino Médio . 3.
Aquecimento global . 4. Efeito estufa (Atmosfera) . I. Andrade, Gabriela
Mara de Paiva Campos . II. Veloso, Gabriella Leone Fernandes. III.
Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 544:37

Bibliotecário(a) Responsável: Celina Brasil Luiz - CRB6-1589



FOLHA DE APROVAÇÃO

Angélica Cristina Martins Silva

Proposta de uma sequência didática fundamentada em uma questão sociocientífica sobre o efeito estufa

Monografia apresentada ao Curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Licenciatura em Química

Aprovada em 22 de abril de 2021

Membros da banca

Profa. Mestre Gabriella Leone Fernandes Veloso - Orientadora (PPGE - Universidade Federal de Ouro Preto)
Professora Mestre Gabriela Mara de Paiva Campos Andrade - Coorientadora (Universidade do Estado de Minas Gerais)
Professora Mestre Adriana Lima Moreira - Avaliadora (E. E. Dom Silvério, SEE-MG)
Professora Doutora Paula Cristina Cardoso Mendonça - Supervisora (Departamento de Química, Universidade Federal de Ouro Preto)

Gabriella Leone Fernandes Veloso, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 02/05/2021



Documento assinado eletronicamente por **Paula Cristina Cardoso Mendonça, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 03/05/2021, às 14:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0166445** e o código CRC **2BF0C8F9**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por guiar meus passos e jamais me desamparar. À minha família e sobretudo aos meus pais Geraldo Magela da Silva e Maria Antônia Martins da Silva, pelo apoio e por seus esforços para que eu pudesse continuar correndo atrás dos meus sonhos.

Aos meus irmãos Anderson Martins Silva e Aracelly Martins Silva com quem sei que sempre poderei contar. À minha avó Efigênia Ferreira da Silva de quem sentirei muitas saudades.

Às professoras Paula Cristina Cardoso Mendonça e Nilmara Braga Mozzer pelos ensinamentos durante a supervisão nas disciplinas de estágio III e IV e por nos inspirarem e nos incentivarem com seu trabalho e sua dedicação.

Às professoras Gabriella Leone Fernandes Veloso e Gabriela Mara de Paiva Campos Andrade por terem aceito o meu convite para serem minha orientadora e co-orientadora, desempenhando tal função com dedicação e amizade. Obrigada meninas pelos ensinamentos, pela parceria, paciência e confiança em mim depositada.

Ao corpo docente e companheiros do curso de Química Licenciatura com quem estive a maior parte do tempo, por todo conhecimento compartilhado, pelo companheirismo e pelos momentos de descontração.

A todos os que sempre estiveram comigo e torceram por mim, meu muito obrigada!!!

RESUMO

Diversas pesquisas têm apontado a utilização de questões sociocientíficas como uma estratégia promissora para o ensino de ciências. Isso porque, as questões sociocientíficas abordam problemáticas que pertencem a diferentes dimensões além da científica, como o social, político, econômico, ambiental, ético e etc. Dessa forma é possível tornar os estudantes mais aptos para entender que os diferentes conhecimentos podem ser integrados para a resolução de problemas e, além disso, torná-los capazes de tomar decisões conscientes e socioambientalmente responsáveis. Nesse sentido, trabalhos que visem discutir como abordar questões sociocientíficas em sala de aula se fazem necessários. Neste trabalho elaboramos uma proposta de sequência didática fundamentada em uma questão sociocientífica sobre o tema efeito estufa, seguindo o modelo proposto por Conrado e Nunes-Neto (2018). Nele os autores articularam o que eles classificaram como três elementos principais das QSC: (i) histórias ou casos, importantes para apresentar a questão sociocientífica para os estudantes; (ii) questões norteadoras que irão estimular a argumentação e propiciar a exploração do caso, conduzindo-os ao alcance dos objetivos de aprendizagem; e os (iii) objetivos de aprendizagem, nas suas diferentes dimensões; ressaltando a importância de se abordar discussões éticas para o fomento de ações sociopolíticas e ativistas. A escolha do tema para a elaboração da sequência, se deu pelo fato deste aparecer de forma recorrente no ENEM e apesar de normalmente ser apresentado nas questões em contextos que remetem a reflexões socioambientais, geralmente os conhecimentos que são exigidos no exame são apenas os científicos, ignorando o lado controverso destes temas. Além disso, utilizar questões do ENEM para desenvolver sequências didáticas fundamentadas em questões sociocientíficas nos parece relevante, por ser uma estratégia que leve ao desenvolvimento de competências e habilidades importantes tanto para uma educação voltada para a formação cidadã, como é proposto pelos documentos que norteiam a educação básica, quanto para o preparo dos estudantes para o exame nacional do ensino médio. Nessa perspectiva, almejamos que este material sirva, entre os professores de Química, como um meio para estimular e difundir a utilização de práticas escolares que promovam a contextualização e a interdisciplinaridade, de modo a fomentar possíveis mudanças que possam ser geradas nas características das questões do ENEM.

Palavras-chave: Sequência didática, Questões Sociocientíficas, Ensino de ciências, ENEM, Aquecimento Global, Efeito Estufa.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura de três elementos (caso, questões norteadoras e objetivos CPA de aprendizagem).	20
Figura 2: Representação de parte do enunciado da questão 90 da prova do ENEM de 2011.	48
Figura 3: Imagens que representam situações cotidianas, as quais podem estar relacionadas ou não a intensificação do aquecimento global.....	54
Figura 4: Representação da questão 90 da prova do ENEM de 2011.	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Caso da QSC intitulado: "Aquecimento Global: de quem é a culpa?".....	48
Quadro 2: Texto para discussão intitulado: Efeito Estufa.....	58
Quadro 3: Texto para discussão intitulado: 21ª CONFERÊNCIA DAS PARTES (COP-21).....	61
Quadro 4: Texto para discussão intitulado: "O que as vacas têm a ver com o efeito estufa?".....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Potencial de contribuição para o aquecimento global de alguns gases do efeito estufa (GEE).....	56
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2.	OBJETIVO	13
3.	REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1.	Caracterização da perspectiva CTSA na educação escolar	13
3.2.	A importância do uso de questões sociocientíficas como estratégia de ensino	17
3.2.1.	<i>Proposta pedagógica de desenvolvimento de questões sociocientíficas segundo Conrado e Nunes-Neto</i>	<i>20</i>
3.3.	Relação dos pressupostos CTSA com a criação do novo ENEM	24
3.3.1.	<i>Análise dos pressupostos CTSA nas questões do novo ENEM... ..</i>	<i>27</i>
3.4.	Abordagem de temas ambientais pela literatura	35
3.4.1.	<i>Aquecimento global e efeito estufa: uma análise de como são desenvolvidas as dimensões CPA nos trabalhos que abordam temas ambientais.....</i>	<i>36</i>
4.	METODOLOGIA.....	44
5.	SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	46
5.1.	Conhecimentos mobilizados versus conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais.....	46
5.2.	Apresentação da controvérsia científica.....	47
5.3.	Questões norteadoras.....	50
5.4.	Objetivos de aprendizagem.....	51
5.5.	Etapas para o desenvolvimento e discussão da QSC.....	53
5.5.1.	<i>Aula 1</i>	<i>53</i>
5.5.2.	<i>Aula 2</i>	<i>56</i>
5.5.3.	<i>Aula 3.....</i>	<i>59</i>
5.5.4.	<i>Aula 4.....</i>	<i>61</i>
5.5.5.	<i>Aula 5.....</i>	<i>63</i>
5.5.6.	<i>Crerios de avaliaçao.....</i>	<i>65</i>
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de superar o ensino escolar tradicionalmente formal e propedêutico, que parece ainda predominar nos dias de hoje, tem despertado o interesse dos educadores em reestruturar a maneira como os conhecimentos devem ser trabalhados na educação básica. Dessa forma, busca-se promover melhorias no modo como esse ensino normalmente é desenvolvido: enfatizando os conteúdos científicos básicos a serem trabalhados, sem se preocupar com a atribuição de significados aos conceitos pelos estudantes (COSTA-BEBER; MALDANER, 2015).

Algumas estratégias que diferem dessa abordagem tradicional, visando auxiliar os estudantes a desenvolverem melhor o seu aprendizado, têm surgido tanto nos documentos norteadores da educação básica - como os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) - quanto na matriz do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Tais documentos propõem que sejam feitas novas abordagens de ensino, as quais possibilitem que os estudantes desenvolvam um olhar mais crítico e reflexivo a respeito do mundo a sua volta. Desse modo, eles poderão tornar-se mais aptos para entender que os conhecimentos (o conhecimento científico e o conhecimento tecnológico) podem ser integrados para a resolução de problemas e, além disso, serão capazes de tomar decisões conscientes (MACENO *et. al*, 2011). Por essa perspectiva, passa-se a valorizar o desenvolvimento de problematizações a respeito dos assuntos abordados dentro da sala de aula, sendo importante a utilização de estratégias de ensino que promovam a contextualização desses assuntos e uma discussão interdisciplinar a respeito deles (MACENO *et. al*, 2011).

Percebendo também a importância da contextualização no ensino, a matriz de referência do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) do ano de 2009, surge como documento base para o exame que tem como um de seus objetivos utilizar de artifícios como a contextualização (FERNANDES; MARQUES, 2015).

De acordo com Fernandes e Marques (2015), avaliações como o ENEM têm demonstrado cada vez mais preocupação com a natureza do ensino, e isso pode ser constatado pelo aparecimento significativo de questões com abordagens contextualizadas, principalmente as de cunho ambiental. Destaca-se o aparecimento

de temas como poluição, mudanças climáticas e energias renováveis, além de chuva ácida, aquecimento global, dentre outros (FERNANDES; MARQUES, 2015; MAIA *et. al*, 2016).

A discussão desses temas dentro de sala de aula pode contribuir para o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias não apenas para uma aprovação no exame, mas além disto, para que através destes conhecimentos adquiridos, os estudantes sejam impulsionados a participar de decisões democráticas sobre questões de ciência, tecnologia e meio ambiente na sociedade (STADLER, 2015).

Além disso, como relatado por Stadler (2015), na maioria dos casos, a escola e os pais ainda tendem a se importar mais com boas notas no ENEM e com o egresso dos estudantes na universidade. Sendo assim, torna-se pertinente o desenvolvimento de estratégias para promover uma discussão mais abrangente a respeito dos assuntos mais abordados nesse exame, dentro da sala de aula.

Cabe ressaltar que o próprio ENEM, mesmo demonstrando maior preocupação com a produção de um conhecimento mais contextualizado, ainda necessita se desvincular de uma perspectiva reducionista da contextualização (FERNANDES; MARQUES, 2015). Na qual se preconiza o desenvolvimento de abordagens do cotidiano, porém ainda aparece fortemente embutida uma preocupação única e exclusiva com os conceitos científicos (SILVA, 2007).

Dessa forma, consideramos de suma importância uma abordagem mais profunda desses temas fundamentais para a atualidade, de forma contextualizada, interdisciplinar e crítica, o que possibilitará o desenvolvimento de um ensino mais humanitário e que possua relação com a ciência e a tecnologia, importantes para fomentar a reflexão e a ação, quando utilizados como estratégia na educação (CONRADO E NUNES-NETO, 2018).

Contextualizar, segundo COSTA *et. al* (2020), consiste em auxiliar os estudantes no reconhecimento dos significados científicos empregados no dia a dia pelos mesmos, sendo que os conteúdos científicos não devem ser somente apresentados, mas construídos em um ou mais contextos distintos.

Ao assumirmos essa definição, buscamos trabalhos como o de Conrado e Nunes-Neto (2018), uma vez que os autores têm discutido sobre o papel da contextualização por problemas socioambientais com a utilização de Questões

Sociocientíficas (QSC). Em suma, QSC tratam-se de controvérsias socioambientais polêmicas que demandam tomada de decisões dos estudantes pautadas em reflexões, sobretudo envolvendo questões éticas com relação à problemática abordada (MARTINS *et. al*, 2019; CONRADO *et. al*, 2016).

Como exemplos, os autores sugerem a abordagem de temas como os impactos provocados pelo uso de agrotóxicos e dos transgênicos, além de problematizações sobre assuntos como poluição hídrica, produção e uso de energia, etc.. Enfim, todos esses temas podem ser discutidos de forma ampla ressaltando seus impactos sobre a sustentabilidade (CONRADO E NUNES-NETO, 2018).

Muitos desses assuntos trabalhados na abordagem de QSC aparecem de forma recorrente no ENEM (FERNANDES; MARQUES, 2015; MAIA *et. al*, 2016). Desse modo, a justificativa de se desenvolver uma sequência didática baseada em uma QSC tendo como base questões do ENEM, vem da observação de que existem pontos de convergência entre as propostas do novo ENEM e de um ensino pautado na utilização de QSC, principalmente porque ambas enfatizam a importância da formação de cidadãos críticos e responsáveis.

Para se elaborar QSC podemos trabalhar com a proposta de ensino de Conrado e Nunes-Neto (2018). Nela os autores articularam o que eles classificaram como três elementos principais das QSC: “histórias ou casos, questões norteadoras e objetivos de aprendizagem, nas suas diferentes dimensões” (CONRADO E NUNES-NETO, 2018, p. 81). Ressaltando a importância de se abordar discussões éticas para o fomento de ações sociopolíticas e ativistas, uma abordagem capaz de estimular valores, habilidades e atitudes, necessários para a formação crítica e emancipatória dos estudantes (CONRADO E NUNES-NETO, 2018).

Dessa forma, entende-se que a proposta de ensino apresentada por Conrado e Nunes-Neto (2018) será de grande valia para promover discussões mais profundas acerca de assuntos que são abordados de forma recorrentes no exame e que, normalmente, apresentam concepções de contextualização reducionistas, como afirmam Fernandes e Marques (2015).

A discussão do tema em paralelo com a utilização de questões do ENEM será realizada com o intuito de que os estudantes possam explorar alguns conhecimentos que já foram abordados anteriormente pelo exame. E para além disso, apresentar o lado controverso dessas questões, uma vez que em uma delimitada questão não é

possível abranger todos os aspectos, tais como, os aspectos sociais, econômicos, culturais, éticos, entre outros, e nem todos os conhecimentos científicos, necessários para o entendimento de temas que estão relacionados ao meio ambiente, e que são tão abordados no ENEM (FERNANDES e MARQUES, 2015).

Diante de todo o exposto, no presente trabalho optamos por trabalhar com o tema “efeito estufa”, que se encaixa dentro de um dos subtópicos descritos na matriz de referência do ENEM intitulado “Poluição Atmosférica”, no tópico intitulado: *“Relações da Química com as Tecnologias, a Sociedade e o Meio Ambiente”*. Uma vez que fenômenos ambientais como o efeito estufa, sempre estiveram presentes no dia a dia dos cidadãos, e atualmente, ganharam maior visibilidade principalmente devido às *fake news* e falas de governantes que negam a existência do aquecimento global. Além do surgimento maior de discussões acerca do aumento da concentração dos principais gases responsáveis pelo efeito estufa, após essa evidência ter sido anunciada pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) no ano de 2018 (WMO, 2018).

2. OBJETIVO

O presente trabalho tem por objetivo propor uma sequência didática baseada em uma questão sociocientífica utilizando uma questão do ENEM sobre o tema efeito estufa, para ser desenvolvida com estudantes do terceiro ano do Ensino Médio. O intuito da sequência didática é promover uma discussão acerca dos fatores relacionados ao tema, como sociais, ambientais, políticos e econômicos, indo além dos científicos, os quais aparecem de forma recorrente nas questões do ENEM.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Caracterização da perspectiva CTSA na educação escolar

Historicamente as discussões sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade têm sido cada vez mais frequentes à medida que se tem observado o agravamento dos problemas ambientais. Com o tempo essas observações foram inspirando movimentos que refletiam criticamente sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, movimentos conhecidos como CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) (SANTOS, 2008).

Posteriormente, a partir de um maior entendimento a respeito dos problemas e controvérsias que envolvem essas relações, e da percepção sobre a importância de se relacionar ciência, tecnologia, sociedade e também o meio ambiente, surge uma nova perspectiva para pensar a respeito da educação científico-tecnológica na escola, perspectiva defendida através dos movimentos CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente) (LOPES, 2010).

O movimento CTSA está pautado no desenvolvimento de atitudes que buscam diminuir os impactos ambientais além de promover a cidadania, favorecendo os princípios de ética, da solidariedade e do respeito ao próximo. Com base nessas convicções, o movimento se preocupa em estudar as consequências da utilização da tecnologia, levando-se em consideração o fato de que os desdobramentos da ciência e da tecnologia induzem consequências à vida em sociedade. Desse modo, defende que os cidadãos deveriam estar preparados para decidir sobre a utilização consciente dos artefatos tecnológicos existentes (SILVA; QUADROS, 2016).

As preocupações em articular um ensino pautado nos ideais da perspectiva CTSA vão surgindo a partir do ponto em que se começa a observar que, na maioria das vezes, as estratégias de ensino utilizadas não são suficientes para que se compreenda profundamente a realidade dos problemas socioambientais que ameaçam o meio ambiente assim como a sobrevivência humana e a integridade de outras espécies (CONRADO, 2017).

Essa insuficiência ocorre quando o foco de aprendizagem de um conteúdo normalmente é pautado em sua memorização e acumulação, além de ser limitado, pois esses conteúdos são relacionados somente a conceitos, conhecimentos científicos e informações. Sendo assim, o modo como os conteúdos normalmente são abordados em sala de aula deixa passar despercebida a importância de utilizá-los para alguns fins sociais e delega para segundo plano discussões a respeito de valores e normas que fazem parte do campo científico, quando este interage também com o social (CONRADO, 2017).

A partir da observação da necessidade de se modificar as formas de ensinar, aos poucos os ideais do movimento CTSA foram sendo inseridos na educação, sobretudo nos currículos de ciências, onde se começou a enfatizar que os

conhecimentos específicos necessitavam serem discutidos e¹m seus aspectos mais amplos, levando-se em consideração sua relação contextual com assuntos sociais, políticos e/ou econômicos (SILVA; QUADROS, 2016).

No Brasil, a valorização da perspectiva CTSA surge também nos PCNEM, onde se observa uma disposição em inserir a tecnologia no ensino de ciências básicas, em especial no ensino de química. Esse interesse fica evidente ao observar nesse documento, o modo como foram divididas as áreas do conhecimento para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias; códigos e linguagem e suas tecnologias; e ciências humanas e suas tecnologias (SILVA; QUADROS, 2016).

Nesse sentido, a educação escolar pela perspectiva CTSA aparece no currículo de modo a estruturar melhor a maneira como os conhecimentos devem ser trabalhados na educação básica, além de outros objetivos como os destacados por Auler (2007, p.1):

Promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais, discutir as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência-tecnologia (CT), adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico, formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados capazes de tomar decisões informadas e desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual.

Pode-se dizer que um indivíduo desenvolveu seu pensamento crítico, quando ele se pergunta a respeito das coisas e demonstra interesse em fundamentos utilizados para se expressar ideias, ações, avaliações e julgamentos (VILLA; POBLETE, 2007, *apud* CONRADO; NUNES-NETO, 2018, p. 107).¹

Desse modo, um indivíduo letrado na perspectiva CTSA deve ser capaz de ler e compreender termos, unindo-os aos diversos contextos e, assim expressar opiniões sobre os fenômenos científicos (SILVA; QUADROS, 2016). Além disso, a partir de uma abordagem interdisciplinar e contextualizada desses assuntos, pode-se discutir a relação da ciência, da tecnologia, da sociedade e do meio ambiente, de modo que o estudante compreenda as relações entre essas esferas e possa vir a realizar tomadas de decisão conscientes (SANTOS; SCHNETZLER, 2003; CONRADO *et. al*, 2016).

¹VILLA, A.; POBLETE, M. Aprendizaje basado en competencias: una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas. **Bilbao: Universidad de Deusto**, 2007.

Nesse sentido, é importante entendermos a diferença entre cotidiano, contextualização e pseudocontextualização. De acordo com CALLAI (2010), o cotidiano deve ser utilizado para se compreender o que ocorre à nossa volta, desse modo, temos a opção de fazer abstrações para que possamos estimular a compreensão dos estudantes a respeito do mundo e dos lugares ao seu redor. Já a pseudocontextualização segundo Conceição *et al.* (2018), é uma falsa ideia de contextualização, que surge muitas vezes de tentativas de contextualizar de toda forma, não contemplando totalmente informações necessárias para que o estudante interprete, analise e elucide sua aprendizagem.

E para auxiliar nessa compreensão, para que ela possa ocorrer de maneira mais ampla, levando-se em consideração a complexidade desses temas, a interdisciplinaridade deve transcender a ideia de combinação entre disciplinas. Dessa forma, permite-se que os estudantes entendam a necessidade de que especialistas de diferentes campos contribuam para a análise de um determinado tema, uma vez que o foco em um determinado campo, como por exemplo, o das ciências naturais, não é suficiente para se compreender e buscar soluções para problemas sociais. (AULER, 2007).

Desse modo, para que não haja uma compreensão deturpada de discussões a respeito do contexto, é necessário que essas abordagens sejam problematizadas. Assim, os estudantes poderão desenvolver sua capacidade crítica e outros valores importantes para a formação da cidadania (FERNANDES; MARQUES, 2015). Educar para a cidadania é auxiliar os estudantes a se tornarem parte de uma sociedade democrática, para que possam conhecer seus deveres e exigir a garantia de seus direitos, se tornando cidadãos mais participativos (SANTOS; SCHNETZLER, 2003).

Além disso, para que o cidadão seja participativo no contexto no qual ele está inserido, é importante também que ele compreenda o ambiente, as interações e relações à sua volta, dessa maneira ele será capaz de se posicionar de forma crítica diante das situações ocorridas no seu cotidiano, além de estar mais preparado para assegurar sua própria sobrevivência e se posicionar frente aos problemas socioambientais (SANTOS; SCHNETZLER, 2003; CONRADO *et al.*, 2016).

Nessa perspectiva, pesquisadores endossam a necessidade da utilização de uma abordagem contextualizada dessas questões socioambientais, observada nos

estudos educacionais que buscam contribuir para o aumento do interesse dos estudantes com relação aos problemas socioambientais ao seu redor. Nessas abordagens é comum a utilização de temas, também classificados como controversos, por abrangerem diferentes áreas do conhecimento, inclusive por meio de questões sociocientíficas que são estratégias de ensino que surgiram por desdobramentos dos estudos CTSA, e serão discutidas a seguir (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

3.2. A importância do uso de questões sociocientíficas como estratégia de ensino

Enquanto estratégias de ensino que surgiram a partir dos estudos CTSA, as QSC abarcam os valores éticos e morais que envolvem a ciência, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente e que podem ter relação tanto com a espécie humana, quanto com a biosfera. Desse modo, trabalhar com essas questões permite que os estudantes desenvolvam a capacidade de avaliar os problemas científicos e tecnológicos de forma consciente e responsável, indo de encontro ao que propõe o movimento CTSA (MARTÍNEZ PÉREZ; CARVALHO, 2012). Dessa forma, a utilização das QSC no ensino possui um papel fundamental para estimular reflexões por parte dos estudantes sobre o seu papel na sociedade, podendo ser utilizadas para ajudar a estabelecer uma ponte entre o conteúdo científico e o contexto social (STADLER *et. al*, 2019).

De acordo com os autores Conrado e Nunes-Neto (2018, p.15), as questões sociocientíficas podem ser compreendidas como:

Problemas ou situações controversas e complexos, que podem ser transpostos para a educação científica, por permitir uma abordagem contextualizada de conteúdos interdisciplinares ou multidisciplinares, sendo os conhecimentos científicos fundamentais para a compreensão e a busca de soluções para estes problemas.

Os autores também sugerem a importância de se selecionar uma ou várias das vertentes da Educação CTSA descritas pelas autoras Pedretti e Nazir (2011), para que essa escolha possa nortear a proposta de ensino envolvendo a QSC que será aplicada no contexto da sala de aula. Tais vertentes (ao todo são 6 vertentes) podem se combinar de formas diferentes e devem ser escolhidas no intuito de atender às perspectivas pedagógicas e objetivos educacionais desejados (CONRADO, 2017; CONRADO E NUNES-NETO, 2018).

- A primeira vertente sugere o entendimento e a utilização da ciência e da tecnologia, para que os problemas sociais do cotidiano sejam resolvidos.
- A segunda vertente enfatiza que a ciência deva ser compreendida histórica e socioculturalmente e sua ligação com o entendimento da atividade científica no contexto social interno à própria ciência (CONRADO, 2017; CONRADO; NUNES-NETO, 2018).
- A terceira vertente está ligada ao raciocínio lógico e argumentativo, onde técnicas de comunicação e argumentação são utilizadas para se organizar o pensamento dos estudantes, afim de se desenvolver sua criticidade.
- A quarta vertente enfatiza o raciocínio moral e ético relacionados a ciência e a tecnologia.
- A quinta vertente se preocupa em utilizar um contexto sociocultural amplo para o entendimento da ciência e da tecnologia, integrando-o às atividades políticas, econômicas e culturais (CONRADO, 2017; CONRADO; NUNES-NETO, 2018).
- A sexta vertente se preocupa com a justiça social e ambiental, que pode ser trabalhada com ações sociopolíticas que surgirão para a reflexão e resolução de problemas socioambientais.

Assim, pretende-se promover o desenvolvimento dos cidadãos para que eles possam se tornar mais ativistas, ou seja, para que através dessas ações sociopolíticas eles desenvolvam atitudes que possam mudar a sociedade de modo a atingir maior justiça nos âmbitos sociais e ambientais (CONRADO, 2017; CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Martínez Pérez e Carvalho (2012) e Conrado e Nunes-Neto (2015), afirmam que ao se discutir as QSC em sala de aula os estudantes podem desenvolver habilidades argumentativas que possibilitem o desenvolvimento de seu pensamento crítico, além de princípios de ética, da solidariedade e do respeito ao próximo, ajudando a tomar suas próprias decisões baseados em juízos pessoais e sociais.

O desenvolvimento de atividades que envolvam discussões sobre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, facilita esse processo argumentativo importante no desenvolvimento de reflexões entre professores e estudantes (CONRADO; NUNES-NETO, 2015). Ações como investigação, análise de evidências, refutações, justificar e tirar conclusões sobre a controvérsia, entre

outras, ajudam no desenvolvimento das habilidades argumentativas, pois resultam em debates onde são abordados diferentes pontos de vista, além de mobilizar diferentes conhecimentos científicos (CONRADO *et. al*, 2016).

Atividades abordando uma QSC podem ser utilizadas para promover a formação de cidadãos mais críticos e ativos, que se interessam por conhecer seus direitos e deveres, participam mais da sociedade em que vivem e são capazes de agir para a superação de problemas socioambientais (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Visto a importância e as potencialidades da abordagem de QSC no ensino de ciências, torna-se necessário pensar também na discussão dessa abordagem em cursos de formação de professores. De acordo com Martínez Pérez e Carvalho (2012), a abordagem de QSC na formação de professores é útil para que eles possam reavaliar melhor suas práticas, de modo a favorecer com que seus alunos desenvolvam melhor suas habilidades de pensamento crítico, além de outros aspectos como afetividade, solidariedade, entre outros. Uma vez que as discussões de caráter ético e moral envolvem em maior grau esses aspectos, abrangendo relações importantes para serem estabelecidas em sociedade.

Apesar da literatura destacar a importância das QSC no ensino (MARTÍNEZ PÉREZ; CARVALHO, 2012; STADLER *et. al*, 2019; CONRADO; NUNES-NETO, 2015; CONRADO *et. al*, 2016; CONRADO; NUNES-NETO, 2018) tanto para o desenvolvimento dos estudantes como cidadãos, quanto para a formação dos professores, percebe-se ainda que muitos discentes sentem dificuldades em trabalharem com QSC (MARTÍNEZ PÉREZ; CARVALHO, 2012). Normalmente os professores de ciências não são preparados para debater aspectos sociais, políticos e éticos que envolvem diversos assuntos relacionados ao desenvolvimento científico e tecnológico, visto que alguns professores não tiveram esse tipo de discussão em sua formação (MARTÍNEZ PÉREZ; CARVALHO, 2012).

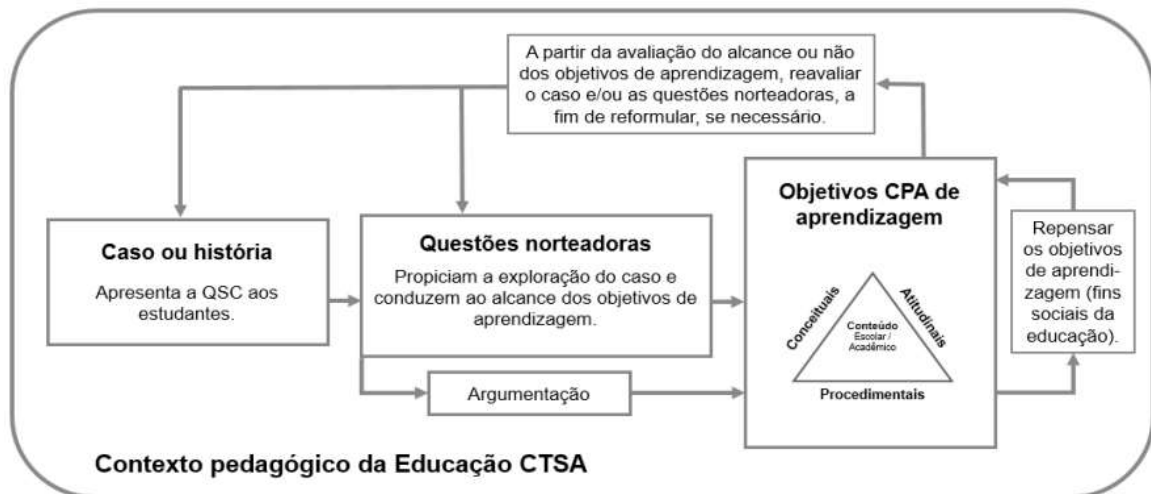
Nesse sentido, Conrado e Nunes-Neto (2018) apontam para a importância de se disponibilizar para os professores, materiais didáticos e obras de apoio, que proponham métodos e estratégias de ensino onde se possa trabalhar com as QSC na educação em geral, contribuindo para que os discentes estejam mais bem preparados para desenvolver esse tipo de atividade, a fim de minimizar as dificuldades existentes neste processo.

3.2.1. Proposta pedagógica de desenvolvimento de questões sociocientíficas segundo Conrado e Nunes-Neto

Visando propor uma forma de abordar as QSC no ensino de ciências, Conrado e Nunes-Neto (2018) sugerem um modelo de propostas de ensino que contém três elementos (caso, questões norteadoras e objetivos de aprendizagem). De acordo com os autores, esse modelo pode ser usado para o desenvolvimento das QSC no contexto da educação CTSA, com a utilização de algumas vertentes, em sala de aula. Os autores sugerem o diagrama da FIG. 1 para representar graficamente esta abordagem.

De acordo com essa proposta, os casos devem ser desenvolvidos com histórias curtas, e podem conter personagens e conversas que façam parte do contexto sociocultural dos estudantes. Além disso, devem ser criadas perguntas as quais irão nortear o caso criado envolvendo a QSC, direcionando a atenção dos estudantes para a essência dos problemas a serem tratados e estimulando-os a propor soluções viáveis através de uma discussão crítica e reflexiva sobre as problemáticas e esses conteúdos. Essas perguntas foram denominadas pelos autores de questões norteadoras (QN).

Figura 1. Estrutura de três elementos (caso, questões norteadoras e objetivos CPA de aprendizagem).



Fonte: Conrado e Nunes-Neto, 2018, p. 107.

Já os objetivos de aprendizagem estão ligados diretamente ao conteúdo escolar acadêmico, neste tipo de abordagem utiliza-se o termo “conteúdo” com um sentido mais amplo, pois define uma junção de conhecimentos ou formas culturais

importantes de serem compreendidas e adaptadas pelos estudantes, contribuindo assim para o seu desenvolvimento e socialização (BARROSO; DARIDO, 2009).

Nesse sentido, o conteúdo pode ser caracterizado como um “conjunto de conhecimentos, habilidades, hábitos, modos valorativos e atitudinais de ação social, organizados pedagógica e didaticamente, tendo em vista a compreensão de forma ativa e aplicação pelos alunos na sua prática de vida” (DARIDO, 2005, p.64).

Conrado e Nunes-Neto (2018) sugerem a consideração desses conteúdos abordados nas QSC em três dimensões: conceitual, procedimental e atitudinal (CPA). Sendo importante salientar que se trata de uma divisão artificial e metodológica para fins didáticos e de pesquisa, que segundo Conrado (2017, p.94), foi “criada para auxiliar na compreensão de um fenômeno complexo, que ocorre de maneira integral – cognitiva, comportamental e socialmente – que é a *aprendizagem do conteúdo*”.

A dimensão conceitual é onde se estabelece o que deve ser aprendido, de modo que seja possível proporcionar aos estudantes a compreensão de conceitos associados à ciência, entre outros. Nessas abordagens é normal serem utilizadas ferramentas como quadro negro, recursos audiovisuais e livros didáticos (CONRADO; NUNES-NETO, 2018; DARIDO *et. al*, 2002).

De acordo com Conrado (2017), essa dimensão pode ser compreendida a partir de três categorias: fatos, conceitos e princípios. Os fatos são informações ou fenômenos concretos que normalmente se repetem levando o estudante a memorizá-los e repeti-los. Como exemplos de fatos temos nomes de músculos, número atômico de determinados elementos químicos e etc.

Os conceitos seriam um elemento abstrato representado por um conjunto amplo de fatos, fenômenos ou eventos com características similares. Por exemplo, conceito de biodiversidade, que seria a riqueza e abundância de espécies, ou de gene, que é um fragmento funcional do material genético (CONRADO, 2017).

Os princípios tratam-se de componentes teóricos abstratos que permitem que se explique, preveja ou descreva os fatos, como por exemplo, a seleção natural ou o princípio da conservação da energia. Tanto os conceitos quanto os princípios precisam ser compreendidos e não apenas memorizados pelos estudantes, como é o caso dos fatos (CONRADO, 2017).

Já a dimensão procedimental define o que se deve fazer, sendo muito importante, pois é o momento em que se pode analisar e/ou construir argumentos sobre o caso. Nesse momento podem ser usados recursos como textos, dados estatísticos, revistas, jornais, entre outros (CONRADO; NUNES-NETO, 2018; DARIDO *et. al*, 2002). Para ser melhor compreendida, a dimensão procedimental pode ser separada em três categorias: técnicas, procedimentos e métodos.

Os procedimentos caracterizam ações que devem ser tomadas para se chegar a um determinado objetivo. Por exemplo, a elaboração de argumentos, a construção de gráficos, entre outros (CONRADO, 2017).

As técnicas são as atividades que devem ser desenvolvidas para se seguir com um procedimento, como por exemplo, analisar argumentos utilizando como base a sua estrutura (CONRADO, 2017).

Os métodos seriam uma perspectiva generalizada da ação, que utiliza diferentes técnicas e procedimentos de maneira específica levando-se em consideração seus objetivos. Por exemplo, atividades como a explicação, a experimentação, entre outros (CONRADO, 2017).

De acordo com Darido *et. al* (2002) ao trabalhar a dimensão procedimental do conteúdo, o professor tem o papel de propor e desenvolver as condições certas que vão de encontro às necessidades individuais de cada estudante.

Por fim, a dimensão atitudinal é a que caracteriza o momento propício para se pensar como se deve ser. Essa será a etapa onde os estudantes poderão mobilizar e aplicar de forma crítica valores, atitudes e normas em suas dimensões ético-políticas explícitas. Neste ponto é comum a utilização de vídeos e textos que estimulem o debate (CONRADO; NUNES-NETO, 2018; DARIDO *et. al*, 2002).

Essa dimensão também pode ser separada em três categorias: valores, normas e atitudes. Os valores representam parâmetros para um juízo moral sobre determinadas atuações sob o ponto de vista da ética. Desse modo nossas escolhas vão levar a ações ou julgamentos que necessitam ser mediados pela ética para o desenvolvimento desses juízos morais. Entretanto, tais escolhas podem estar sob diversas influências e interesses humanos, como suas emoções e seus preconceitos, e isso dificulta a criação de parâmetros para as ações a respeito do que é certo ou errado ou do que é bom ou ruim (BARATA, 2005).

As normas representam padrões de comportamento determinados para um grupo. E as atitudes representam comportamentos dos indivíduos pautados em normas e valores (CONRADO, 2017). Mas, como a noção de certo ou errado muitas vezes é difícil de ser estabelecida, é importante que se faça uma reflexão a respeito desses valores existentes entre os diferentes grupos sociais para se fazer o julgamento dessas atitudes (CONRADO E NUNES-NETO, 2018).

No intuito de pensarmos nos motivos que levam um sujeito a realizar essa ou aquela escolha, é importante definirmos os conceitos de agentes morais e pacientes morais. Os agentes morais são aqueles que têm a capacidade de refletir sobre as ações que são recomendáveis do ponto de vista ético e também sobre as que são reprováveis por esse ponto de vista, como por exemplo o ser humano, que pode escolher entre o que comer e vestir e neste processo é capaz de refletir sobre as consequências causadas por suas escolhas (CONRADO E NUNES-NETO, 2018).

Já os pacientes morais são todos aqueles que estão no mundo e se relacionam com o homem, como os animais, que normalmente agem por instinto, não tendo a opção de refletir sobre as consequências de suas ações (CONRADO E NUNES-NETO, 2018).

Desse modo, é importante o estabelecimento de reflexões acerca do que é contingente, ou em outras palavras, passível de escolha e do que é necessário para a sobrevivência do ser. Assim, reflexões como: “por que agimos como agimos?”, “por que escolhemos esse ou aquele modo de vida?”, “precisamos mesmo comer esse ou aquele alimento, vestir essa ou aquela roupa, andar neste ou naquele veículo?” devem ser debatidas para o estabelecimento de ações socioresponsáveis.

Diante do exposto, nota-se a relevância de se trabalhar a dimensão atitudinal do conteúdo e para isso o professor deve pensar em ações formativas, além de estimular que os estudantes reflitam e debatam a respeito de ações como tolerância, justiça, cooperação, respeito mútuo, entre outras. (DARIDO *et. al*, 2002).

Além disso, na elaboração de QSC é necessária uma integração das dimensões, do contrário, o ensino ficará fragmentado, sendo levado a um sentido oposto ao que se propõe, ou seja, um ensino em que toda a aprendizagem desenvolvida contribua para a construção do conhecimento. Sendo importante que se estabeleça um planejamento onde seja possível identificar os conteúdos em cada uma das dimensões, bem como estabelecer como estes serão trabalhados

(BARROSO; DARIDO, 2009). Para que seja possível essa integração, podem ser utilizadas as questões norteadoras. (CONRADO; NUNES-NETO, 2018)

Os autores propõem que dentre as atividades que podem aparecer numa abordagem de questões sociocientíficas, estão: (i) atividades de leitura e definição de termos (dimensão conceitual); (ii) atividades de investigação (dimensão procedimental); (iii) atividades de elaboração de argumentos (dimensão procedimental); (iv) atividades de discussão sobre legislação e valores morais (dimensão atitudinal); (v) e atividades que proporcionem a emissão de juízo moral sobre as problemáticas abordadas (dimensão atitudinal).

Trabalhos envolvendo a utilização de QSC no ensino de biologia, como o de Conrado *et. al* (2015), ressaltaram a importância de se investir em estratégias de ensino que envolvam conhecimento científico aplicado a problemas sociais e que tenham como base a argumentação, a ética e a política. Os autores demonstraram as potencialidades das QSC em ajudar tanto na aprendizagem dos conteúdos abordados nas questões, como nas atividades de argumentação.

Além disso, o uso da QSC contribui para uma maior criticidade dos estudantes, permitindo que sua aprendizagem tenha caráter interdisciplinar e que eles pratiquem a habilidade de argumentar para a resolução do caso. Entende-se como é importante se planejar os conhecimentos científicos a serem abordados na QSC, e selecionar os conteúdos que devem ser alcançados pelos estudantes de modo que eles sejam relevantes e façam parte do cotidiano do estudante de alguma forma (CONRADO *et. al*, 2015).

Nesse sentido, no próximo tópico serão apresentadas algumas considerações que demonstram a possibilidade de se utilizar as questões do ENEM como ferramentas que, se amplamente exploradas, podem ser utilizadas nas QSC para se atingir diferentes objetivos de aprendizagem. Uma vez que as questões do ENEM são pensadas a partir dos pressupostos CTSA, procurando utilizar em seu enunciado a abordagem de temas interdisciplinares e controversos.

3.3. Relação dos pressupostos CTSA com a criação do novo ENEM

A criação do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) em 1998 pelo Ministério da Educação (MEC) veio como uma proposta alternativa às provas de vestibulares clássicas. O ENEM surgiu com o objetivo de flexibilizar o acesso ao ensino superior, de modo que fosse possível correlacionar o exame às ideias

preconizadas pela LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional) e pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), contrapondo com os vestibulares que focavam apenas nos conteúdos de maneira fragmentada, sem que fosse necessário associá-los ao cotidiano dos estudantes (STADLER, 2015).

Aos poucos foram surgindo propostas de se utilizar o ENEM para a unificação da entrada dos estudantes egressos do ensino médio no ensino superior. Entretanto, as Instituições de Ensino Superior (IES) por meio de seus representantes, criticaram o caráter genérico do exame que impossibilitava avaliar o desenvolvimento absoluto de conteúdos importantes para a continuidade dos estudantes na graduação. A partir disso, o MEC e tais instituições desenvolveram discussões que levaram à proposta do Novo ENEM no ano de 2009 (STADLER, 2015).

Com relação à sua estrutura, a prova contém uma redação de caráter dissertativo que normalmente aborda assuntos contemporâneos e importantes socialmente. Além disso, o exame dispõe também de 180 questões de múltipla escolha divididas em quatro blocos ou áreas do conhecimento, são elas: (i) Ciências Humanas e suas Tecnologias; (ii) Ciências da Natureza e suas Tecnologias; (iii) Linguagens, Códigos e suas Tecnologias e Redação e (iv) Matemática e suas Tecnologias (STADLER, 2015).

Apesar de não existir vinculação explícita entre a Matriz de Referência do ENEM 2009 (BRASIL, 2009) e os pressupostos do enfoque CTS ou CTSA, é possível notar a influência desses movimentos pelo surgimento de questões mais contextualizadas no exame, ou seja, questões que associam os conteúdos escolares ao cotidiano dos estudantes (FERNANDES; MARQUES, 2015).

Tais mudanças podem ser explicadas pelo fato do ENEM ter como uma de suas referências o PCNEM, visto que esse documento aposta na proposta de um ensino interdisciplinar e contextualizado, enfatizando que a educação deve contribuir para a formação cidadã dos estudantes (SILVA; QUADROS, 2016).

Ao trazer o foco para a interdisciplinaridade e a contextualização, o novo ENEM passa a ter papel essencial na implementação da Reforma do Ensino Médio, compartilhando a intenção de que tais abordagens sejam feitas na educação básica (FERNANDES; MARQUES, 2015; BRASIL, 2005). Por essa perspectiva, a matriz pode ser vista como um documento que foi criado para estimular melhorias na educação (COSTA-BEBER; MALDANER, 2015).

A matriz de referência do ENEM 2009 também pode ser definida como um documento que contempla os conteúdos, as competências e as habilidades relacionadas às especificidades de cada disciplina curricular. E propõe a orientar o exame de modo que, através dele, seja possível avaliar o desenvolvimento dos estudantes com relação a conhecimentos interdisciplinares importantes para sua formação enquanto cidadãos (MACENO *et. al*, 2011).

Dessa forma, o novo ENEM busca a valorização do raciocínio lógico e da aptidão do estudante em correlacionar os saberes curriculares com o entendimento de situações presentes em seu cotidiano. Para estimular essas relações, são criadas questões que expõem os estudantes a situações-problema, através das quais eles poderão fazer escolhas e tomar decisões conscientes. Para isso, os estudantes devem estar munidos pelo desenvolvimento do seu próprio código de ética e moral, de sua autonomia intelectual e de sua consciência crítica (MAIA *et. al*, 2016; BRASIL, 2005).

Tais questões são elaboradas através da utilização de três eixos organizadores: (i) a interdisciplinaridade, (ii) a contextualização e (iii) a situação-problema, como definidos por Brasil (2005):

- (i) A interdisciplinaridade em uma questão é proposta não apenas pela união de disciplinas, mas pela autenticidade das questões e das situações abordadas de maneira contextualizada, envolvendo conteúdos aprendidos em diferentes disciplinas escolares e em diferentes situações que podem ser vividas pelos estudantes.
- (ii) Já a ideia de contextualização no ENEM, parte do entendimento de que o conhecimento adquirido no ambiente escolar deva ser usado a favor da inteligência e do resgate dos sentidos e significados humanos, que fazem parte dos conteúdos abordados na matriz escolar.
- (iii) A situação-problema é pensada levando-se em consideração que o ato de problematizar os assuntos, propicia o desenvolvimento da capacidade de questionamento e inquietação por parte dos estudantes, sendo atitudes essenciais para que haja uma aprendizagem significativa.

Apesar da definição de contextualização ser pouco discutida nos documentos base do ENEM, nota-se que esta se assemelha, em partes, com o que se propõe

nos PCNEM ou nas OCEM, que definem a contextualização como “o estabelecimento, pelo professor, de vínculos diretos e claros entre o conteúdo e a realidade” (BRASIL, 2006, p.34).

Alguns autores como Fernandes e Marques (2015), Maia *et. al* (2016), Stadler *et. al* (2019), Costa *et. al* (2020) e Souza e Brito (2018) investigaram questões do ENEM com o intuito de avaliar, entre outras coisas, a presença desses aspectos que poderiam aproximar o exame aos pressupostos CTS ou CTSA nos enunciados das questões, tais como a contextualização e a interdisciplinaridade, esses trabalhos serão apresentados no tópico a seguir.

3.3.1. Análise dos pressupostos CTSA nas questões do novo ENEM

Em seu trabalho, Fernandes e Marques (2015) separaram 44 questões das provas do ENEM de 2005 a 2008 (aos quais os autores denominaram como ENEM original) e 40 questões da prova do ENEM de 2009 (denominado como ENEM atual). Todas elas foram escolhidas de modo que se relacionassem aos conteúdos específicos de química, além de apresentarem um caráter mais contextualizado e não apenas conceitual.

A utilização de questões do ENEM original foi proposta para que os autores pudessem explorar como um contraponto para avaliar as mudanças na estrutura do exame, principalmente com relação à contextualização. Posteriormente, foi feita uma Análise Textual Discursiva (ATD) (metodologia utilizada para análise de materiais feitos para pesquisa ou materiais já existentes, como a prova do ENEM, por exemplo) e a partir disso, as questões foram organizadas em quatro categorias, das quais destacaremos duas que contribuirão para o foco do presente trabalho (FERNANDES; MARQUES, 2015).

Na primeira, categoria denominada de “contextualização via abordagem de questões ambientais”, os autores trouxeram para análise quarenta e três (43) questões que tratam de problemas ambientais. De acordo com Fernandes e Marques (2015), nessas questões normalmente aparecem os mesmos assuntos como aquecimento global, mudanças climáticas, e etc., não havendo muita diversidade nos temas abordados.

Além disso, os autores refletem que apesar das questões explorarem, de certa forma, aspectos sociais a respeito do problema ambiental, esses aspectos são

geralmente abordados de maneira unilateral, não demonstrando preocupação com o lado controverso das problemáticas (FERNANDES; MARQUES, 2015).

A segunda categoria é a “aproximação com o enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)” onde foram selecionadas doze (12) questões que exploravam explicitamente as relações CTS e apontavam as repercussões sociais e ambientais do desenvolvimento científico-tecnológico (FERNANDES; MARQUES, 2015). Ao analisar as questões, Fernandes e Marques (2015) refletem que apesar do enfoque CTS não ser mencionado nos documentos do ENEM, foi possível notar a presença de suas características nas questões investigadas.

De acordo com os autores, a maioria dessas questões que trazem aspectos do CTS apresentaram duas características em comum: a abordagem de problemas ambientais e uma associação com um cenário mais amplo do cotidiano. Além disso, tais questões foram consideradas como representantes de uma abordagem explícita dos aspectos CTS, uma vez que elas apresentaram “as repercussões sociais e ambientais do desenvolvimento científico e tecnológico” (FERNANDES; MARQUES, 2015, p.299).

Além de ressaltar a presença destas características, Fernandes e Marques (2015) apontam que existem limitações com relação ao enfoque CTS nas questões do ENEM, isto porque é difícil trabalhar com tais características, como a contextualização, em uma delimitada questão.

Os autores concluem que a prova não deixou de lado totalmente as características do ENEM original, uma vez que ainda é possível encontrar questões que precisam apenas de conceitos específicos aprendidos na escola para a sua resolução. Além disso, Fernandes e Marques (2015) refletem que a análise das questões demonstrou que existem diversas ideias a respeito da noção de contextualização, muitas delas que vão de encontro à concepção reducionista da palavra, refletindo o que se tem encontrado na literatura do ensino de ciências.

Maia *et. al* (2016) também foram autores que avaliaram as questões que exploravam os conteúdos específicos de química. Eles analisaram as questões do ENEM dos anos de 2010 a 2015, separando as que continham a área do conhecimento “Ciências da Natureza e suas Tecnologias”.

No total foram noventa e uma questões avaliadas, que posteriormente foram separadas por subáreas do conhecimento de química (química orgânica, química

analítica, físico-química e química geral) e por último foram classificadas quanto à sua contextualização e interdisciplinaridade (MAIA *et. al*, 2016).

Maia *et. al* (2016) observaram que o conteúdo químico faz parte de pelo menos 25% das provas, sendo que dentro destes conhecimentos, os temas mais corriqueiros são aqueles relacionados aos aspectos ambientais. Esses foram separados pelos autores em oito classes temáticas, sendo energia e meio ambiente os temas mais enfatizados nas provas. Além destes, destacou-se a frequência do aparecimento de subtemas como chuva ácida, aquecimento global, combustíveis fósseis e renováveis, dentre outros.

De acordo com os autores, tais assuntos apareceram em todas as provas, o que demonstra a preocupação que existe no momento com as situações que temos enfrentado, onde as ações do homem têm atingido de forma negativa a saúde do planeta e conseqüentemente a dele próprio (MAIA *et. al*, 2016).

Além disso, Maia *et. al* (2016) concluem que o ENEM apresentou resposta satisfatória quando o assunto é interdisciplinaridade, já que em alguns momentos ele consegue explorar conhecimentos de disciplinas diferentes, como física, química, biologia ou geografia, em uma mesma questão. Porém, de acordo com Maia *et. al* (2016), a forma como ele ainda trabalha a contextualização pode ser considerada falha, quando se espera uma abordagem mais aprofundada dos assuntos nas questões.

Ainda com relação as pesquisas sobre os conteúdos específicos de química nas provas do ENEM, Stadler *et. al* (2019) realizaram um trabalho com o objetivo de investigar as questões das provas de 2009 a 2014, com relação à abordagem de Aspectos Sociocientíficos (ASC). Os autores separaram as cento e oito questões em duas categorias: as que tinham potencial para a abordagem de ASC e as que não tinham esse potencial.

Para uma questão ser considerada com potencial para a abordagem de ASC, ela teria que ter elementos que permitissem que despertasse discussões controversas a respeito dos conteúdos específicos de química em sala de aula. De modo que, estes conteúdos fossem relacionados a alguns temas globais, como por exemplo, temas ambientais, questões econômicas e etc (STADLER *et. al*, 2019).

Desse modo, as alternativas de resposta da questão deveriam necessitar ser comparadas pelo estudante para que ele pudesse escolher a melhor solução para a

problemática, ou servir para análise/justificativa de alguma opção já tomada no enunciado da questão (STADLER *et. al*, 2019).

Apesar de haver poucas questões com uma abordagem sociocientífica, Stadler *et. al* (2019, p.794) relatam que foi possível identificar que 29% das questões, como os próprios autores disseram: “apresentam potencial para a discussão de Aspectos Sociocientíficos (ASC) em sala de aula a partir de seu enunciado”. Tais questões foram separadas em dois grupos.

Em um grupo foram reunidas as questões que apresentavam um tema global importante e os ASC foram encontrados nas alternativas de resposta, totalizando dezesseis questões. Em outro grupo, os autores reuniram as questões que estimulavam a análise ou justificativa de sua resposta à questão, totalizando quinze questões. Stadler *et. al* (2019) sugerem que essas questões com potencial para abordagem de ASC podem ser usadas, por exemplo, como elemento norteador para se elaborar sequências didáticas, tendo em vista que o ENEM é uma ferramenta capaz de influenciar a ação docente.

Apesar disso, Stadler *et. al* (2019) refletiram que mesmo sendo recorrente o aparecimento de temas globais no ENEM (temas de cunho ambiental e temas que envolviam discussões como saúde e população, alimentos e fome, energia, entre outros), isso não é suficiente para garantir que se explore o lado controverso dessas questões, caso elas sejam utilizadas nas práticas sociocientíficas.

Desse modo, os autores concluíram que as questões, apesar de todas as mudanças propostas na Matriz do ENEM de 2009, ainda possuem caráter disciplinar e propedêutico corroborando com o que sempre se via nas provas de vestibular para ingresso nas instituições de ensino superior. Entretanto, o fato das questões que se referem ao meio ambiente aparecerem frequentemente, é um fator que pode ser motivador para que os professores possam trabalhar e discutir com seus alunos os aspectos sociocientíficos mais amplos envolvidos nestes temas (STADLER *et. al*, 2019).

Costa *et. al* (2020) investigaram as questões do ENEM pela percepção dos próprios estudantes. Os autores entrevistaram sessenta (60) estudantes do segundo ano do ensino médio da rede pública de ensino, a fim de examinar como eles avaliavam essas questões com relação a interdisciplinaridade, contextualização e,

até mesmo, a fim de entender como eles valorizavam o conhecimento escolar e o conhecimento adquirido fora da escola.

Foram selecionadas quarenta e três questões das versões de 2009 e 2010 do ENEM que resultaram em onze modelos de provas diferentes, cada um contendo quatro questões que abordavam conteúdos específicos de química. Essas questões foram escolhidas considerando a familiarização dos estudantes com o conteúdo necessário para se entender e resolver a questão (COSTA *et. al*, 2020).

O questionário respondido pelos estudantes após resolverem a prova, continha questões que avaliavam, por exemplo, se eles consideravam que os conteúdos das questões estavam dentro de sua realidade ou faziam parte do seu dia a dia. Além disso, os autores questionaram se esses conteúdos eram relativos a mais de uma área do conhecimento, como biologia e química, física e química ou geografia e química. Outra pergunta avaliava se eles utilizaram apenas os conhecimentos adquiridos na escola, ou se necessitaram de algum conhecimento que aprenderam fora dela. E por fim, perguntaram o que havia chamado a atenção dos estudantes nas questões (COSTA *et. al*, 2020).

A análise do questionário demonstrou que os estudantes consideravam que os assuntos abordados nos enunciados estavam contextualizados e foram apresentados de forma interdisciplinar, o que levou Costa *et. al* (2020) a concluir que os estudantes se sentiram familiarizados com os temas.

Entretanto, Costa *et. al* (2020) observaram que o rendimento médio dos estudantes ficou abaixo de 40%, mesmo as questões do ENEM tendo sido pensadas para a realidade de ensino dos mesmos. Para os autores, isto sugeriu que a contextualização nas questões apenas fazia parte do enunciado, não contribuindo em nada para a resolução das mesmas, o que demonstra que os conhecimentos necessários para resolvê-las continuam sendo aqueles restritos à sala de aula e que na maioria das vezes demandam apenas memorização.

Souza e Brito (2018) entrevistaram professores elaboradores de questões do ENEM e analisaram como o conteúdo de química poderia ter tido influência na elaboração de questões que se aproximavam ao enfoque CTS no novo ENEM, pela perspectiva dos discentes.

Inicialmente os autores avaliaram todas as questões da área do conhecimento de Ciências da Natureza e suas Tecnologias dos anos de 2009 a

2015, para que fosse possível separar todas as questões que continham conteúdos específicos de química (156 questões). Essa fase de identificação dos conteúdos químicos foi feita tanto pelos autores do artigo, como por dois professores de química do ensino médio, corroborando para dar maior credibilidade ao julgamento (SOUZA; BRITO, 2018).

Posteriormente essas questões foram avaliadas com relação ao enfoque CTS. Para isso, assim como Fernandes e Marques (2015), Souza e Brito (2018) utilizaram a ATD para analisar os dados extraídos das questões.

Com o intuito de entender também o processo, não se limitando à análise apenas do produto, os autores utilizaram as considerações encontradas em discursos de professores pertencentes a uma Instituição Pública de Ensino Superior. Esses docentes passaram a ser elaboradores de questões de Química para o ENEM, mas provavelmente não elaboraram as questões analisadas no estudo (SOUZA; BRITO, 2018).

Nesse sentido, os autores entrevistaram dez professores, que responderam questões relacionadas à concepção dos professores a respeito do enfoque CTS, do ensino de química e do ENEM. A entrevista se estruturou de modo que fosse possível: (i) determinar o perfil acadêmico dos professores entrevistados; entender sua concepção a respeito do enfoque CTS; (ii) entender sua visão a respeito do ensino de química e sua relação com a formação para a cidadania e (iii) levantar dados a respeito do entendimento que os docentes tinham do ENEM e seu posicionamento diante do processo de elaboração das questões (SOUZA; BRITO, 2018).

De acordo com os autores, normalmente as questões que compõem o exame são estabelecidas ao redor de situações-problema, com aspectos interdisciplinares e de contextualização. Entretanto, Souza e Brito (2018) avaliaram que um número pequeno de questões de química apresentou situações problemáticas condizentes com a realidade, que necessitavam ser pensadas para a sua resolução. Eles afirmam ainda, que a pequena quantidade desse tipo de questões também foi observada na abordagem de ciência e tecnologia como uma forma de se contemplar os problemas sociais.

Através da ATD, os autores criaram três categorias que se relacionavam com os pressupostos CTS. Na primeira foram agrupadas cinquenta (50) questões em

que o enfoque CTS aparece de forma casual como componente motivador, porém se tratam de questões de química tradicionais, que não utilizam temas sociocientíficos. Na segunda foram agrupadas vinte e três questões que enfatizavam os conteúdos químicos, mas também abordavam o enfoque CTS através da utilização de temas sociocientíficos. E na terceira foram agrupadas onze questões em que o foco principal é o CTS, desse modo, os conteúdos químicos aparecem apenas fazendo uma ligação com a ciência (SOUZA; BRITO, 2018).

Os professores entrevistados por Souza e Brito (2018), expuseram os principais obstáculos encontrados por eles para criar questões com potencial CTS que se relacionavam às competências e habilidades expressas na matriz. Dentre estes obstáculos estão a resistência dos professores em se criar essas questões, além de muitos não terem estudado esse tipo de abordagem em sua formação.

Além disso, os autores ressaltaram também a complexidade do enfoque CTS que necessita que se aborde os assuntos por diversos aspectos (políticos, sociais, econômicos, éticos e etc.) e a falta de conhecimento dos professores sobre os temas abordados nas questões. Dentre outras coisas, destacaram também o que os autores chamam de um “engessamento” que surge através dos critérios estabelecidos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) para a elaboração das questões (SOUZA; BRITO, 2018).

Souza e Brito (2018) concluem a partir da pesquisa que a educação brasileira até o momento está em desenvolvimento, e aos poucos está se tornando apta para estabelecer a formação de professores capazes de elaborar questões que corroborem com o que se espera pela concepção CTS. Eles acreditam que o ENEM pode ter um papel fundamental na mudança de entendimento que temos hoje sobre o que se espera do ensino de química, que muitas vezes é visto como uma disciplina cheia de conteúdos memorizáveis e difíceis de ser compreendidos.

Souza e Brito (2018) afirmaram ainda, que consideram que os conteúdos que aparecem nas questões podem ser usados como agentes influenciadores na elaboração de questões sociocientíficas (QSC) relacionadas ao enfoque CTS, apesar da frequência com que esses itens são encontrados no exame ser baixa.

Diante de todas as discussões apresentadas, fica claro que há uma tentativa de utilização de ferramentas como a contextualização e a interdisciplinaridade na abordagem das questões do ENEM. Somado a isso, a recorrente abordagem de

questões ambientais observada por esses autores, confirma que há uma proximidade entre a proposta do novo ENEM e a proposta de ensino pelo enfoque CTS (ou CTSA) (FERNANDES; MARQUES, 2015; MAIA *et. al*, 2016; STADLER *et. al*, 2019; COSTA *et. al*, 2020; e SOUZA; BRITO, 2018).

Entretanto, a perspectiva CTS ainda não é o foco principal, uma vez que se demonstrou que o ENEM apresenta pouca diversidade na abordagem dos assuntos (normalmente tratados de maneira unilateral), deixando de lado a discussão do caráter controverso destes. Além disso, as abordagens dos temas ainda são pouco aprofundadas e muitas vezes não trazem problemáticas reais, que levariam os estudantes a pensar e refletir sobre os aspectos sociocientíficos mais amplos que poderiam ser explorados nas questões (SOUZA; BRITO, 2018; FERNANDES; MARQUES, 2015).

Apesar disso, acreditamos assim como Fernandes e Marques (2015), que como estamos fazendo parte de um movimento educativo em que processos avaliativos incentivam os conteúdos de ensino e não o contrário. O fato de haver questões que, de certa forma, envolvam repercussões sociais e ambientais nas avaliações, torna mais propício o desenvolvimento de discussões contextualizadas e interdisciplinares no ambiente escolar a respeito de assuntos do cotidiano, contribuindo para além dos conhecimentos científicos normalmente tratados no ensino médio.

Desse modo, o ENEM pode ser utilizado como um elemento norteador a ser explorado na sala de aula para contribuir com que os professores atinjam seus objetivos de ensino. É importante também que se utilize estratégias como as QSC para auxiliar a ação docente, levando a discussões mais aprofundadas que abarquem todos os conhecimentos necessários, já que se tratam de assuntos amplos e controversos (DARIDO *et. al*, 2002).

Nesse sentido, é importante que o professor seja dotado de uma variedade de conhecimentos e se disponha de diversas fontes sobre o assunto, como por exemplo, buscando trabalhos que abordem aspectos científicos, políticos, morais, éticos, dentre outros, a respeito dos temas que serão abordados (MARTÍNEZ PÉREZ; CARVALHO, 2012). Por essa perspectiva, no próximo tópico serão apresentadas algumas considerações sobre os temas ambientais e algumas formas

de abordagem que já foram propostas na literatura, e que poderiam nortear a elaboração de materiais didáticos.

3.4. Abordagem de temas ambientais pela literatura

As discussões a respeito das questões socioambientais têm ocorrido no Brasil e no mundo, e aumentam como um reflexo do crescimento dos problemas provocados pelas atividades humanas sobre o meio ambiente (CORTES *et. al*, 2009).

Para o enfrentamento desses problemas ambientais e sociais, alguns autores como Santos (2011) e Pelegrini e Araújo (2018) ressaltam que é importante trabalhar com esses assuntos dentro da sala de aula. Desse modo, eles podem ser vinculados na abordagem de diferentes disciplinas, incluindo a educação em química. Contribuindo para que os estudantes sejam capazes de buscar posicionamentos e tomar decisões ambientalmente responsáveis (SANTOS, 2011; PELEGRINI; ARAÚJO, 2018).

No ensino de ciências, o tema problemas ambientais está inserido no conteúdo programático, enfatizando subtemas como fontes de recursos naturais renováveis, impactos ambientais, entre outros (CAVALCANTE *et. al*, 2015).

No ensino médio, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) - documento que define as aprendizagens essenciais a serem desenvolvidas durante as etapas e modalidades da educação básica - apresenta em sua proposta competências para a área de “Ciências da Natureza e suas Tecnologias”. Uma delas estabelece que sejam abordados conteúdos que mobilizem estudos referentes a diversos temas, como: poluição, desmatamento, camada de ozônio, entre outros (BRASIL, 2015).

A educação ambiental se destaca então como promissora para promover o desenvolvimento da qualidade de vida pelos estudantes (CAVALCANTE *et. al*, 2015). Dentre os diferentes tópicos que podem ser abordados, propostos tanto na BNCC quanto os que aparecem mais frequentemente no ENEM, estão: poluição, mudanças climáticas, energias renováveis, chuva ácida, efeito estufa (ou aquecimento global), combustíveis fósseis e renováveis (FERNANDES; MARQUES, 2015; MAIA *et. al*, 2016).

Nesse sentido, o tema escolhido para ser trabalhado no presente trabalho foi efeito estufa, devido à complexidade dos conteúdos específicos de química que estão envolvidos (uma vez que estes são difíceis de serem compreendidos pelos

estudantes) e à diversidade de controvérsias que podem ser discutidas ao se explorar esse tema, além de serem interessantes para serem abordadas em uma sequência didática baseada em uma QSC (GUIMARÃES; DORN, 2015).

3.4.1. Aquecimento global e efeito estufa: uma análise de como são desenvolvidas as dimensões CPA nos trabalhos que abordam temas ambientais

O vapor de água, os cloroflurcarbonos (CFC), o ozônio (O₃), o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O) e o dióxido de carbono (CO₂) são gases presentes na atmosfera considerados responsáveis pelo efeito estufa. Podemos considerar que existem dois tipos de efeito estufa: o natural e o antrópico (SILVA; PAULA, 2009; CERRI; CERRI, 2007).

O efeito estufa natural ocorre pela presença desses gases-estufa na atmosfera antes do surgimento humano. O vapor de água troposférico é considerado o principal gás responsável pela geração desse efeito, sendo emitido apenas por fontes naturais, como as atividades vulcânicas e a evapotranspiração (SILVA; PAULA, 2009; CERRI; CERRI, 2007).

Já o efeito estufa antrópico, começou a ser observado com o surgimento das civilizações, mais precisamente em meados do século XIX, no período relativo ao início da revolução industrial. Nesse período, recursos naturais como o petróleo, o carvão e as áreas florestadas começaram a ser explorados, o que fez com que a concentração de alguns desses gases, principalmente o CO₂, crescesse exponencialmente até os dias de hoje (CERRI; CERRI, 2007). O dióxido de carbono, o metano e o óxido nitroso são os principais gases antrópicos, sendo o CH₄ considerado vinte vezes mais potente que o CO₂ como gás estufa (SILVA; PAULA, 2009).

O efeito estufa é um processo físico-químico complexo, que ocorre pela incidência de energia solar de pequenos comprimentos de onda, que passa pela atmosfera terrestre sem interagir com esses gases existentes nesta camada. As radiações ultravioleta e visível emitidas pelo sol são absorvidas pela superfície terrestre, e são refletidas com um comprimento de onda mais longo (radiação infravermelha) (GUIMARÃES; DORN, 2015).

Parte dessa radiação interage com os gases-estufa presentes na atmosfera e a outra parte volta para a superfície terrestre. Essa interação entre os gases e a

radiação infravermelha (movimento translacional) leva ao aumento da energia cinética que ocasiona o aumento da temperatura (GUIMARÃES; DORN, 2015).

Esse efeito mantém a temperatura média da atmosfera terrestre em torno de 15°C, a ausência de gases-estufa na atmosfera inviabilizaria a manutenção da vida na terra (CERRI; CERRI, 2007; SILVA; PAULA, 2009).

Boa parte da comunidade científica defende que o aumento da concentração de poluentes de origem antropogênica na atmosfera é a principal causa do aumento do efeito estufa, e conseqüentemente do aquecimento global. Entretanto, também há uma corrente científica que defende que esse aumento é ocasionado pela recuperação natural do clima, após o período conhecido como “Pequena Idade do Gelo” (SILVA; PAULA, 2009).

Esse período durou cerca de três séculos (XVII a XIX) e as temperaturas da terra eram muito baixas, sendo este aquecimento considerado como um fenômeno recorrente na história do planeta. Essa teoria se justifica pelo fato do planeta já ter sofrido processos comprovados de resfriamentos e aquecimentos extremos, caracterizados pela alternância entre climas mais quentes e climas mais frios (SILVA; PAULA, 2009).

Independentemente de sua causa, os efeitos do aquecimento global têm sido devastadores, sendo observados reflexos claros nas mudanças climáticas, tais como o aumento do nível relativo do mar, aumento e diminuição de temperaturas da atmosfera, mudanças em padrões de chuva, entre outros (SILVA; PAULA, 2009; CERRI; CERRI, 2007). Cerri e Cerri (2007) afirmam que o real motivo para essas mudanças climáticas bruscas, poderá ser explicado quando forem comparadas as características do aquecimento que tem ocorrido atualmente, com os anteriores.

Entretanto, apesar das causas para o aquecimento no início do século passado (1900 a 1950) serem explicadas apenas por fatores internos naturais, como: “o percentual e o tempo de retroalimentação do vapor de água na atmosfera, a atividade solar, concentração na atmosfera de gases provenientes de desastres naturais” (SILVA; PAULA, 2009, p.48). O aquecimento que tem ocorrido após a outra metade do século, precisa também de fatores externos para ser explicado, como por exemplo, as emissões de gases de origem antropogênica (SILVA; PAULA, 2009). Acredita-se que quando esses fatores puderem ser medidos com precisão, será

possível afirmar se o aquecimento global é de origem natural ou antropogênica, e prever com maior certeza como será o clima no futuro (SILVA; PAULA, 2009).

Diante do exposto, percebe-se que o efeito estufa é um tema que pode ser considerado como tema controverso, podendo ser explorado pelo professor de forma abrangente para desenvolver discussões envolvendo diferentes aspectos a respeito do fenômeno (GUIMARÃES; DORN, 2015).

No geral, temas ambientais já foram abordados em alguns trabalhos acadêmicos de maneiras distintas, como nas propostas de Pelegrini e Araújo (2018), Guimarães e Dorn (2015), Cavalcante *et. al* (2015), Silva e Quadros (2016) e Cortes Junior *et. al* (2009). A seguir será feita uma análise da forma como são desenvolvidas as dimensões CPA do conteúdo em cada um destes trabalhos.

Em seu trabalho, Pelegrini e Araújo (2018) discutiram sobre os temas efeito estufa e camada de ozônio sob o ponto de vista sócio-ambiental, e ao final propuseram uma sequência didática para ser abordada no ensino. De acordo com os autores a interdisciplinaridade foi explorada através das perspectivas da física, da química, do meio ambiente e da sociedade, e assim foi possível se relacionar os aspectos físico-químicos dos fenômenos com a forma como estes são abordados nos assuntos relacionados ao clima, que se manifestam na sociedade e na mídia.

Pelegrini e Araújo (2018) iniciaram a abordagem apresentando a 21ª Conferência das Partes (COP-21), uma conferência internacional que ocorreu em Paris no ano de 2015 no intuito de se estabelecer um acordo climático internacional visando conservar o aquecimento global em valores abaixo de 2°C até o final do século.

De acordo com os autores, essa abordagem permite a discussão sobre mudanças climáticas e seus desdobramentos além de permitir se fazer uma correspondência com o Protocolo de Montreal, que também se tratou de um acordo internacional, que teve como objetivo conter a destruição da camada de ozônio. Desse modo, seria possível o estabelecimento de um paralelo entre os dois temas, o que, a depender da forma de abordagem do professor, pode levar a discussão de uma dimensão atitudinal do conteúdo abordado (PELEGRINI; ARAÚJO, 2018).

Posteriormente os autores discutiram a abordagem dos fenômenos, explorando-os do ponto de vista químico, ou seja, pela dimensão conceitual do conteúdo. Desse modo, os autores sugerem que se estimule a compreensão da

interação entre os diferentes comprimentos de onda com as moléculas da atmosfera, o que resulta na compreensão de como a luz do Sol e as moléculas presentes na atmosfera se interagem, e como esta interação tem afetado a vida na Terra (PELEGRINI; ARAÚJO, 2018).

Outro conceito abordado foi a interação entre os gases oxigênio e ozônio e a radiação ultravioleta na estratosfera, uma vez que a radiação ultravioleta quebra as ligações químicas entre as moléculas de oxigênio e ozônio na estratosfera gerando a camada de ozônio, enquanto a interação da radiação infravermelha com estes gases leva a formação do efeito estufa (PELEGRINI; ARAÚJO, 2018).

Quando Pelegrini e Araújo (2018) discutem os temas sob a ótica do meio ambiente e da sociedade, pode-se perceber uma preocupação quanto à dimensão atitudinal do conteúdo. Segundo os autores, a temática meio ambiente faz parte do nosso cotidiano e os impactos podem ser observados em situações como os períodos de seca mais longos, aumento da temperatura (inclusive dos oceanos), elevação do nível do mar, redução de gelo do Ártico, além de chuvas e tempestades mais intensas.

Os autores disponibilizam links, documentários e sugerem artigos relacionados aos temas que podem ser utilizados pelos professores, e finalizam seu trabalho refletindo a importância para a sociedade de se discutir tais assuntos. Afinal, essas discussões permitem que se modifique estilos de vida que irão impactar nessas mudanças climáticas (PELEGRINI; ARAÚJO, 2018).

Guimarães e Dorn (2015) exploram a dimensão procedimental do conteúdo quando abordam o tema efeito estufa em uma atividade que propõe a construção de um protótipo. Esse material permite fazer a simulação do aumento deste efeito de acordo com o aumento da concentração de gás carbônico.

Os autores propõem que este experimento seja utilizado como fonte de discussão dos conteúdos curriculares tanto para o ensino fundamental quanto para o ensino médio. Para se trabalhar a dimensão conceitual do conteúdo, Guimarães e Dorn (2015) sugerem o estudo de conceitos relacionados às transformações químicas, ao efeito estufa e às características da atmosfera da Terra.

Guimarães e Dorn (2015) iniciam seu trabalho discutindo sobre a importância das atividades experimentais como uma estratégia a ser utilizada no

desenvolvimento de significados para conceitos de química, e logo trazem a metodologia de construção do protótipo.

Os autores discutem o experimento do ponto de vista químico, mas não tiveram como objetivo discuti-lo de outros pontos de vista, como social, político e/ou ambiental. Ao final eles alertam que o desenvolvimento da relação entre teoria e prática necessita de ser mediado pelo professor, dessa forma, ele poderá planejar ações que relacionem o que ele deseja que seus alunos aprendam às descobertas que os estudantes farão ao realizarem o experimento (GUIMARÃES; DORN, 2015).

Cavalcante *et. al* (2015) além de abordarem o tema efeito estufa, também abordaram outros temas ambientais como biodiesel e chuva ácida. Esses temas foram trabalhados no formato de histórias em quadrinhos (HQ), sendo propostas como uma ferramenta didática complementar no ensino de ciências. Os autores discutiram sobre a importância de se utilizar as HQ como forma de, entre outras coisas, quebrar a formalidade do quadro negro e do giz.

Cavalcante *et. al* (2015) discutem também sobre o que representa cada história criada para cada tema. A HQ que aborda o tema efeito estufa, por exemplo, se preocupa em trabalhar a dimensão conceitual do conteúdo esclarecendo que se trata de um fenômeno natural que mantém nosso planeta aquecido. Além disso, de acordo com os autores essa atividade também objetiva a reflexão dos estudantes com relação a situações do seu cotidiano, como ao estimular que os estudantes relacionem os gases que causam esse efeito e a fumaça preta que sai dos ônibus. Desse modo, é possível contribuir para o desenvolvimento da conscientização ambiental dos estudantes, o que pode levá-los a alcançar a dimensão atitudinal do conteúdo, caso o professor conduza bem os processos de reflexão e argumentação.

Fizeram parte da pesquisa 194 estudantes do 9º ano de três escolas do ensino fundamental da rede pública e os conhecimentos adquiridos pelos estudantes foram avaliados através de um questionário de múltipla escolha. Segundo Cavalcante *et. al* (2015), a utilização de histórias em quadrinhos como uma ferramenta didática complementar no ensino de temas de cunho ambiental foi considerada eficiente, pois despertou a participação e o interesse significativo dos estudantes, além de ter apresentado resultados que demonstravam sinais de aprendizagem, confirmados pelas taxas de acertos dos estudantes nos questionários.

Silva e Quadros (2016) abordaram o tema qualidade do ar, em uma proposta de aulas temáticas de química fundamentadas nas perspectivas do movimento CTS. Essa proposta surgiu a partir do projeto Práticas Motivadoras de Química, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), desenvolvido em conjunto por estudantes de Química Licenciatura, professores da educação básica e professores formadores. Em seu trabalho, Silva e Quadros (2016) relataram a experiência que tiveram ao desenvolver essas aulas em três escolas da rede pública com dez turmas de estudantes dos três anos do ensino médio.

Os estudantes de licenciatura e estagiários na época da referida pesquisa ministraram as aulas e desenvolveram três atividades. Inicialmente os estudantes trabalharam a dimensão procedimental do conteúdo ao desenvolverem uma atividade investigativa. Nessa atividade, foram utilizadas fotografias que apresentavam situações cotidianas para que fosse possível verificar as concepções alternativas dos estudantes, com relação aos fatores que influenciam direta ou indiretamente na poluição ou na qualidade de vida.

Além disso, foi feita uma investigação onde os estudantes desenvolveram um estudo do ozônio troposférico através de dados encontrados na Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM). Na segunda atividade os autores continuaram utilizando os dados coletados pela FEAM para investigar a existência dos gases dióxido de nitrogênio (NO_2), monóxido de carbono (CO) e dióxido de enxofre (SO_2) na atmosfera de Belo Horizonte. Na atividade seguinte, alguns dos efeitos desses gases foram identificados, proporcionando aos estudantes o desenvolvimento da dimensão conceitual do conteúdo. Para avaliar os resultados, as autoras assistiram aos vídeos e selecionaram as falas que demonstravam as concepções prévias dos estudantes e que mostravam como eles evoluíam suas concepções a respeito do conteúdo abordado.

Na primeira atividade, por exemplo, Silva e Quadros (2016, p. 42) observaram que, para a maioria dos estudantes, fatores como “o desmatamento, o congestionamento de veículos, a refinaria de petróleo e o aterro sanitário” interferem na qualidade do ar, porém, usinas hidrelétricas, plantações de arroz ou os oceanos seriam situações que não exercem essa influência.

Em um momento em que foi trabalhada a dimensão procedimental do conteúdo, as autoras afirmam que observaram certa dificuldade dos estudantes em

usar os conhecimentos adquiridos na escola para argumentar sobre tais fenômenos que fazem parte do seu cotidiano. Entretanto, Silva e Quadros (2016) ressaltaram que ao explorar temas que aparecem com maior frequência na mídia e explicá-los utilizando os conteúdos específicos de química, foi possível notar mais interesse pela química por parte dos estudantes, além de maior engajamento nas aulas.

Outro trabalho encontrado na literatura foi o de Cortes Junior *et. al* (2009), nele os autores trabalharam com estudantes do primeiro ano dos cursos de Licenciatura em Química e Bacharelado em Química Ambiental, e fizeram uma investigação das representações sociais a respeito da química. Inicialmente Cortes Junior *et. al* (2009) aplicaram roteiros que continham questões requisitando a evocação livre de palavras. Em seguida, foi solicitada a produção de um texto dissertativo a respeito do tema "Química Ambiental".

Nota-se que houve o desenvolvimento da dimensão procedimental do conteúdo, quando os autores reportam que foi solicitado aos estudantes que fizessem um texto dissertativo, nele os estudantes demonstraram enxergar a química ambiental como algo que deve ser estudado para remediar os problemas, e não algo que pode ser utilizado para preveni-los.

Cortes Junior *et. al* (2009) também notaram uma recorrente demonstração da preocupação com a conscientização dos indivíduos com relação a mudança de comportamento, entretanto segundo os autores, os estudantes não demonstraram fazer uma conexão entre essa conscientização e o papel dos professores de química. De modo geral foi possível observar que todas as propostas apresentadas no presente trabalho, continham atividades que exploravam pelo menos uma das três dimensões do conteúdo (conceitual, procedimental e atitudinal) definidas por Conrado e Nunes-Neto (2018).

Com relação à dimensão conceitual, nesses trabalhos predominaram atividades em que alguns conceitos relacionados aos temas seriam definidos. Pelegrini e Araújo (2018), por exemplo, propuseram explicitamente que se explorem as interações entre os diferentes comprimentos de onda e as moléculas da atmosfera, além da abordagem das interações entre os gases oxigênio e ozônio, e as radiações ultravioleta e infravermelha que se relacionam tanto à camada de ozônio quanto ao efeito estufa.

Já com relação à dimensão procedimental, destacaram-se as atividades em que os estudantes teriam que investigar e argumentar a respeito dos temas. As histórias em quadrinhos de Cavalcante *et. al* (2015), por exemplo, são uma ferramenta que o professor pode utilizar para instigar a investigação por parte de seus alunos, além de permitir que eles reflitam e argumentem com relação às problemáticas abordadas nos quadrinhos. Silva e Quadros (2016) também trouxeram outro tipo de atividade de investigação ao trabalharem com fotografias, para que seus alunos pudessem investigar quais fatores influenciam na poluição ou na qualidade de vida.

Já nas abordagens da dimensão atitudinal do conteúdo, foi possível identificar atividades de discussão e reflexão sobre as problemáticas. No trabalho de Pelegrini e Araújo (2018), por exemplo, os autores propõem uma discussão sobre os acordos internacionais que envolvem os temas efeito estufa e camada de ozônio, e ressaltam a importância dessa discussão para a sociedade, refletindo que com isso é possível provocar modificações nos estilos de vida dos indivíduos, que irão impactar nas mudanças climáticas.

Apesar de também haver a identificação dessas atividades que estimulam o pensamento socioambiental, sentimos a ausência de uma abordagem mais explícita da dimensão atitudinal dos conteúdos. Uma vez que em nenhum dos trabalhos aqui citados foi possível identificar propostas de como poderiam ser elaboradas ações formativas, ou como alguns aspectos da ética e da moral poderiam ser trabalhados na prática pedagógica do professor, de modo a desenvolver além do conhecimento científico e criticidade, o ativismo dos estudantes.

Nesse sentido, considera-se importante que nessas abordagens se determine as intenções educacionais, para que se possa estabelecer os conteúdos de aprendizagem atentando para o papel de cada atividade que será proposta na estratégia de ensino escolhida. Assim o professor deve estar preparado para variar as estratégias, adotar novas metodologias e desenvolver novos desafios, levando em consideração a diversidade de aspectos sobre o tema, que podem ser tratados (DARIDO *et. al*, 2002).

4. METODOLOGIA

Inicialmente foi feita uma busca no site do INEP por questões do ENEM, entre os anos de 2009 e 2019 que abordassem conteúdos específicos de química e que possuísem potencialidade para o desenvolvimento de uma QSC, ou seja, que tivessem um caráter controverso. A escolha desses anos se deu porque em 2009 foi criada a matriz do novo ENEM documento chave para as mudanças feitas no exame, relacionadas, principalmente, à proposta de uma abordagem mais contextualizada e interdisciplinar no enunciado das questões.

Após essa seleção, buscamos identificar quais eram os temas dessas questões que julgamos controversas e quais deles apareciam de forma mais recorrente no exame. Dentre os temas recorrentes observamos a abordagem de temas globais no ENEM, como por exemplo, temas de cunho ambiental e temas que envolviam discussões sobre saúde e população, alimentos e fome, energia, entre outros.

Seguindo esses critérios, o tema escolhido foi “efeito estufa”. A escolha desse tema também se deu pelo fato de observarmos que, apesar de ser abordado nos enunciados sempre como uma problemática socioambiental, a avaliação dessas questões na maioria das vezes, é de caráter conteudista, sem explorar outros aspectos do problema, como por exemplo, aspectos políticos, econômicos, socioambientais e éticos. A escolha da questão utilizada no presente trabalho se deu porque além de abordar o efeito estufa como uma problemática socioambiental, o formato e as informações apresentadas na questão deram subsídios para discussões interdisciplinares e, principalmente, de caráter ético e moral.

Para a elaboração da sequência didática nos baseamos no modelo proposto por Conrado e Nunes-Neto (2018). Escolhemos trabalhar com a quarta e a sexta vertentes propostas por Pedretti e Nazir (2011), pois deseja-se que a proposta seja capaz de proporcionar o desenvolvimento moral e ético dos estudantes, além de estimular reflexões de cunho político, social, econômico e ambiental. Isso porque, assim como afirmam Conrado e Nunes Neto (2018), um ensino que trabalhe com essas vertentes é capaz de estimular valores, habilidades e atitudes, necessários para a formação crítica e emancipatória dos estudantes, aspectos os quais almejamos neste trabalho e podem ser trabalhados na questão selecionada.

A questão do ENEM foi utilizada como base para a elaboração da SD, de modo que fosse possível, a partir da análise da questão, ampliar a discussão sobre o tema

e os aspectos que poderiam ter sido explorados nela. Isso porque, não é possível, assim como não é o objetivo, que a questão aborde diferentes conhecimentos, mas vê-se a necessidade de discutir sobre tais conhecimentos no ensino, já que o tema é recomendado tanto pela matriz do ENEM quanto por documentos orientadores do ensino básico.

Posteriormente foi elaborado um caso envolvendo uma questão sociocientífica que discutisse sobre a temática, e onde pudesse ser abordada a problemática trazida pela questão do ENEM. Em seguida, foram criadas questões norteadoras que tivessem potencialidade para serem trabalhadas de forma a promover uma discussão mais profunda sobre o caso e direcionar o aprendizado dos estudantes para os objetivos de aprendizagem propostos.

Nesse sentido, utilizou-se as questões norteadoras como precursoras de uma prática pedagógica para proporcionar aos estudantes a capacidade de argumentar e debater sobre os aspectos políticos, éticos e sociais envolvidos na temática socioambiental e que são importantes para a formação dos estudantes para a cidadania. Isso porque elas são responsáveis por atrelar o caso aos objetivos de aprendizagem sendo necessárias para o sucesso dessa SD (CONRADO E NUNES-NETO, 2018).

No material do professor foram propostos textos para o desenvolvimento de atividades de leitura com o objetivo de levar mais informações sobre o tema para os estudantes, de modo que eles pudessem utilizar tais conhecimentos para embasar seus argumentos durante as discussões. Foram feitas também questões propondo definição de termos, com o intuito de que os estudantes pudessem demonstrar o seu entendimento a respeito dos conhecimentos abordados. A utilização de imagens em uma atividade argumentativa foi proposta para despertar o interesse dos estudantes pela discussão, tornando-os mais participativos e mais ativos no processo de construção do conhecimento.

Além disso, foram pensadas atividades que permitissem discussões e argumentações sobre legislação e valores morais. Para essas atividades também foram propostos textos e um vídeo, de modo que eles pudessem desenvolver um olhar mais crítico e reflexivo a respeito do mundo a sua volta, além de sua capacidade de refletir e explicitar seus valores, para se posicionarem claramente a

respeito da questão relacionada ao caso e tomar decisões e ações socioambientalmente responsáveis.

5. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Neste capítulo apresentamos as áreas de conhecimento mobilizadas na SD - pensando na interdisciplinaridade, a controvérsia científica ou QSC, as questões norteadoras (QN) e os objetivos de aprendizagem, além de uma proposta para o desenvolvimento e discussão da QSC.

5.1. Conhecimentos mobilizados versus conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Esta sequência será apresentada em etapas, propõe-se que tenha a duração de cinco horas/aulas de 50 minutos cada. Entretanto, o tempo total dependerá de cada contexto de sala de aula. As atividades foram propostas para estudantes do terceiro ano do Ensino Médio, uma vez que os conhecimentos prévios do conteúdo de química, física e biologia, necessários para o desenvolvimento dessa SD, já terão sido abordados. Além disso, essa sequência didática pode ser trabalhada em conjunto, envolvendo os professores dessas disciplinas, contribuindo para uma abordagem interdisciplinar.

Desse modo, antes de iniciar as atividades o professor deve relembrar os conceitos de espectro eletromagnético e radiação infravermelha, que normalmente são abordados no primeiro ano, além de ressonância, que costuma ser trabalhado no terceiro ano.

Ao falar sobre espectro eletromagnético e radiação infravermelha propõe-se que o professor lembre a representação do espectro como um conjunto de todas as radiações eletromagnéticas conhecidas e enfatize a região que contém o conjunto de ondas denominado infravermelho. Pode-se destacar também sobre os comprimentos de onda e sobre a energia dessas radiações infravermelhas, uma vez que as ondas na região do infravermelho distante são térmicas e aparecem sob a forma de calor e que, o calor que emana da luz do sol é, na verdade, constituído por ondas eletromagnéticas que possuem comprimento de onda na região do infravermelho distante.

Outro ponto importante é dar elementos para que o estudante possa compreender como a radiação no infravermelho interage com as moléculas dos

gases estufa. Desse modo, é importante que o professor relembre com eles o modo como as moléculas respondem à radiação eletromagnética de diferentes faixas de frequência, podendo oscilar em torno de posições de equilíbrio ou até mesmo executar vários movimentos de vibração, seja em torno de si mesmas ou em diversos planos de simetria, uma vez que as moléculas possuem arranjos tridimensionais.

Assim, quando se tem dois sistemas oscilantes, pode haver absorção da radiação por um deles e essa absorção representa uma transferência de energia de um sistema para o outro, resultando em aumento da energia cinética média, e portanto, aumento da temperatura de um dos sistemas.

Nesse sentido, a sequência didática faz uma abordagem de questões científicas, éticas, ambientais e sociais relacionadas ao debate acerca do aquecimento global e suas relações com emissão de gases estufa. Os conhecimentos mobilizados relativos às áreas do conhecimento trabalhadas são:

- Química: interação dos gases do efeito estufa com as radiações infravermelhas e os efeitos da poluição atmosférica.
- Física: radiação e reflexão de energia.
- Biologia: processo digestório dos ruminantes e os impactos da intensificação do aquecimento global nos ecossistemas.
- Sociologia e política: valores sociais e culturais, discussões sobre desigualdades sociais entre países desenvolvidos e subdesenvolvidos no desenvolvimento de políticas para menor emissão desses gases.
- Éticos: desenvolvimento de discussões acerca do papel das vacas e do homem enquanto agentes e pacientes morais.

5.2. Apresentação da controvérsia científica

A controvérsia sociocientífica é apresentada aos estudantes através do diálogo entre uma professora e seus alunos (QUADRO 1). No diálogo são lançadas questões às quais os estudantes devem responder a partir de uma pesquisa orientada.

Quadro 1: Caso da QSC intitulado: "Aquecimento Global: de quem é a culpa?".

AQUECIMENTO GLOBAL: DE QUEM É A CULPA?

Às vésperas do ENEM, a professora Ana pediu aos seus alunos do 3º ano do ensino médio que respondessem, em grupo, algumas questões do exame, a fim de prepará-los para a prova. Ela dividiu a turma em três grupos e pediu que cada grupo fizesse uma análise da tirinha ilustrada na FIG. 2, retirada de uma das questões do ENEM. A professora orientou os estudantes para que eles refletissem sobre o assunto abordado nessa redação, de modo que ao final eles pudessem discutir com toda a turma.

Figura 2: Representação de parte do enunciado da questão 90 da prova do ENEM de 2011.



De acordo com o relatório "A grande sombra da pecuária" (*Livestock's Long Shadow*), feito pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação, o gado é responsável por cerca de 18% do aquecimento global, uma contribuição maior que a do setor de transportes.

Disponível em: www.conpet.gov.br. Acesso em: 22 jun. 2010.

Fonte: ENEM, 2011.

Durante as discussões foram estabelecidos os seguintes diálogos:

- Professora: Parece que todo mundo teve a oportunidade de discutir e cada grupo teve acesso a informações diferentes, certo? Eu quero que cada grupo me diga o que pensa a respeito da problemática envolvida na tirinha, está bem? Grupo 1, gostaria que vocês compartilhassem com a gente sua reflexão.
- Ian(G1): A gente refletiu e achamos que a culpa do aquecimento global só pode ser das vacas, professora. No enunciado da questão mesmo fala que o gado é responsável por cerca de 18% do aquecimento global, contribuindo mais até que o

setor de transportes.

- Professora: Entendi Ian. E o que vocês acham que pode ser feito para reduzirmos o aumento do aquecimento global, grupo 1?

- Ian(G1): Reduzirmos a produção de vacas, professora.

- ((risos da turma)).

- Professora: ((risos)). Muito engraçadinho você, né Ian?! Mas, obrigada por compartilhar suas reflexões. Vamos ver o que os outros grupos acham. Grupo 2, o que vocês refletiram com essa tirinha?

-Ana(G2): Eu discordo do grupo do Ian, professora. Se o problema é a quantidade de vacas, o setor de transportes deve poluir mais, porque tem muito mais carros no mundo do que vacas, eu acho.

- Professora: Entendo seu pensamento, Ana. Vocês conseguiriam propor alguma solução para resolver esse problema do aquecimento global?

- Felipe(G2): Diminuir a quantidade de carros circulando nas ruas, professora. Andar mais de ônibus, bicicleta, essas coisas.

- Professora: Entendi, Felipe. As ideias de vocês agregaram bastante em nossas discussões. Obrigada, grupo 2! Então o grupo 1 acha que a culpa é das vacas, já o grupo 2 acha que a culpa é dos carros. Agora grupo 3, por favor, me falem sobre a reflexão de vocês.

- Maria(G3): A gente acha que para diminuirmos o aquecimento, tem que ter uma ação conjunta... ter menos vacas, menos carros, as indústrias poluírem menos, o ser humano parar com as queimadas e etc. A gente tem que diminuir tudo o que polui demais e aquece o planeta.

- Professora: Interessante também o posicionamento de vocês, Maria. Mas, como vocês acham que a gente faz isso? Será que é possível?

- José(G3): Sim, professora! É só pedir para diminuir. No caso dos carros, que o Felipe citou, por exemplo, tem muitos locais hoje em dia com ciclovias para incentivar que as pessoas andem menos de carro.

- Professora: E se a gente for pensar nas vacas?

- José(G3): Se eu entendi direito o problema das vacas está nos gases que elas soltam depois que comem né? Acho que a gente devia ensinar bons modos a elas, assim vão poluir menos.

- ((risos da turma))

- Professora: ((risos)). Olha gente, vocês estão muito criativos viu? Mas acho que com essa nossa conversa temos um bom material inicial para seguirmos com nossas discussões. Agora vocês terão que fazer atividades, onde iremos refletir a respeito das causas do aquecimento global. A partir dessa atividade vocês deverão também responder a seguinte pergunta:

“Quais as principais causas do aquecimento global? Quais as principais ações responsáveis que deveriam ser tomadas para desacelerar o aquecimento global?”. Caprichem nos argumentos de vocês viu?!

Fonte: Da autora.

5.3. Questões norteadoras

As questões norteadoras são importantes, pois são responsáveis por atrelar o caso aos objetivos de aprendizagem. Desse modo, elas irão direcionar a atenção dos estudantes para a essência dos problemas abordados e estimulá-los a propor soluções socioambientalmente responsáveis através de uma discussão crítica e reflexiva sobre esses problemas e sobre os conteúdos propostos.

Questão 1: Analisando as respostas dos grupos 1, 2 e 3, você concorda com o posicionamento de algum deles a respeito da tirinha? Por quê? Justifique sua resposta.

Questão 2: De acordo com Maria: “a gente tem que reduzir tudo o que polui e aquece demais o planeta”. Quais atitudes e situações cotidianas vocês acreditam que contribuem para o aumento do aquecimento global? Quais motivos o levaram a essa escolha?

Questão 3: Quais os principais gases emitidos pelo setor de transportes e pelas práticas de criação de gados?

Questão 4: Quais são as alterações climáticas observadas atualmente, que você acredita que foram ocasionadas pelo aumento do efeito estufa?

Questão 5: Como você imagina que os gases-estufa interagem com a radiação infravermelha?

Questão 6: Qual a relação entre efeito estufa e aquecimento global?

Questão 7: Pensando na situação ambiental observada no Brasil nos dias atuais, você considera que as medidas que estão sendo tomadas pelo nosso governo para a redução de emissão de gases de efeito estufa são eficazes? Justifique sua resposta.

Questão 8: Você concorda com o José, quando ele diz que basta um pedido para que as pessoas mudem seus comportamentos? Justifique sua resposta.

Questão 9: José acredita que o ser humano deva ensinar bons modos às vacas. O que você acha desse pensamento do estudante? Você concorda? Justifique sua resposta.

Questão 10: Junte-se aos seus colegas e discutam quais atitudes vocês poderiam tomar para conscientizar a população sobre as causas e as consequências do aquecimento global, além da importância de modificarmos nossas ações para minimizarmos seus efeitos. Elabore ou utilize meios para tornar suas ideias acessíveis para esse público.

5.4. Objetivos de aprendizagem

As atividades propostas e as questões do caso apresentado têm como propósito estimular o desenvolvimento de diversas competências pelos estudantes. Como proposto por Conrado e Nunes Neto (2018), tais competências foram organizadas tendo como princípio os objetivos de aprendizagem Conceituais (C), Procedimentais (P) e Atitudinais (A), de acordo a caracterização de Zabala (1998), Coll e colaboradores (1992).

Conceitual

- Identificar diferentes modos de ação (modificações em sistemas de valores, políticas públicas etc.) para resolver problemas ambientais como o aquecimento global (Q7, Q8, Q10);
- Compreender o que são os fenômenos efeito estufa e aquecimento global (Q4, Q6);
- Compreender os aspectos químicos e físicos que envolvem esse fenômeno (Q3, Q5);
- Compreender os aspectos biológicos que envolvem esse fenômeno (Q3);

- Compreender as consequências que certas atitudes tomadas no dia a dia podem causar ao ecossistema (Q3);
- Compreender que existe um órgão que fiscaliza e determina qual deveria ser a postura dos países para colaborar com a preservação ambiental (Q7).

Procedimental

- Identificar o fenômeno efeito estufa (Q2, Q4, Q6, Q7, Q8, Q9, Q10);
- Desenvolver o entendimento sobre as implicações e influências da sociedade, da política e de valores de atores sociais envolvidos na preservação ambiental (Q8, Q9);
- Avaliar criticamente a postura do Brasil com relação a preservação ambiental (Q7);
- Desenvolver sua capacidade de raciocínio lógico e argumentação (Q1, Q2, Q3, Q5);

Atitudinal

- Refletir criticamente sobre mudança de hábitos e as consequências socioambientais das diferentes decisões (Q7, Q8);
- Refletir criticamente sua participação enquanto parte de uma sociedade (Q9, Q10);
- Planejar e executar uma ação sociopolítica (Q10).
- Respeitar os acordos estabelecidos em coletivo nas discussões realizadas em sala de aula, como o tempo estabelecido para as discussões dentro dos grupos ou para as atividades (Q1 a 10).
- Colaborar na troca de conhecimentos com todos nos debates entre os grupos, discutindo contra-argumentos acerca do aumento do aquecimento global e do impacto deste fenômeno na sociedade e no ambiente (Q1 a Q10).
- Demonstrar interesse e participação pelo desenvolvimento das tarefas em sala de aula (Q1 a 10).
- Demonstrar disposição a aprender (Q1 a 10).
- Respeitar as diferentes formas de conhecimento, considerando a importância destes na resolução de problemas encontrados no seu cotidiano, sobretudo aos problemas relacionados ao aquecimento global (Q1 a 10).
- Adotar um posicionamento crítico frente à postura da sociedade, dos políticos, das empresas e dos atores sociais envolvidos na preservação ambiental e seus desdobramentos socioambientais, pautando-se em valores que levem em conta o bem-estar social e a saúde ambiental (Q7, Q8, Q9, Q10)).

5.5. Etapas para o desenvolvimento e discussão da QSC

Para se trabalhar a QSC em sala de aula sugerimos que o professor divida a turma em grupos, de modo que a quantidade de estudantes seja pensada para que todos possam participar das discussões dentro dos grupos e dos momentos de socialização em que serão estabelecidas discussões com toda a classe.

Nesta sequência foram propostas também atividades que irão auxiliar na discussão das questões norteadoras, podendo ser utilizadas como base para uma prática pedagógica que estimule a capacidade dos estudantes de argumentar e debater sobre os aspectos científicos, sociológicos, filosóficos e éticos propostos por essa SD.

Desse modo, foram propostas atividades de: reflexão e elaboração de argumentos (aulas 1 a 5), leitura e definição de termos (aulas 1 a 4), resolução de uma questão do ENEM (aula 2), vídeo (aula 3), expressão do conhecimento através de ilustração (aula 3), produção de material para ações sociopolíticas (aula 5), discussão sobre legislação e valores morais (aula 4), e de emissão de juízo moral sobre o tema (aulas 1 a 5).

Nas próximas seções serão apresentadas as aulas, as questões norteadoras (QN), as atividades que irão subsidiar cada questão e as discussões e reflexões que se esperam delas.

5.5.1. Aula 1

No início da primeira aula o caso será entregue para os estudantes para que pensem e reflitam sobre ele. Em seguida o professor deve ler novamente com os estudantes e iniciar a discussão a partir da QN 1, ouvindo as ideias e argumentos dos estudantes a respeito da questão, de modo que as reflexões de cada grupo sejam compartilhadas com toda a turma. O professor deve conduzir essas discussões e reflexões de modo a estimulá-los a pensar e construir argumentos sobre a questão.

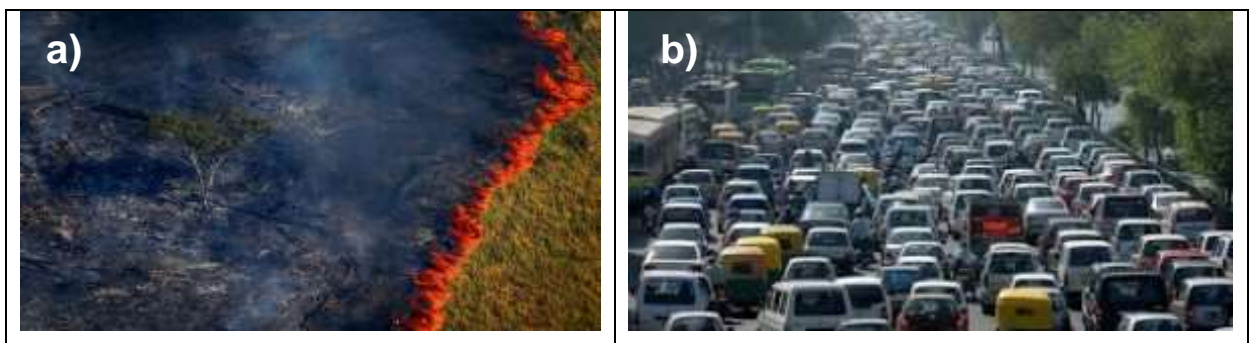
Para iniciar uma discussão sobre o tema e prepará-los para o desenvolvimento das atividades sugerimos a QN 1, por ter potencialidade para estimulá-los a refletir sobre o caso e ao mesmo tempo, instigá-los a demonstrarem o que sabem sobre o tema. Nesse momento o professor deve propor um levantamento das ideias prévias dos estudantes a respeito dos temas “aquecimento global” e

“efeito estufa”. Além disso, é interessante levantar as expectativas deles em relação ao que sabem e querem saber sobre os temas, despertando seu interesse pela resolução do caso.

Após as discussões, o professor pode trabalhar a QN 2. Desse modo, após ouvir e debater as reflexões e os argumentos dos estudantes ao responderem a QN 2, propõe-se que o professor selecione algumas figuras, como as disponíveis na FIG. 3, que representam situações reais diversas, as quais podem estar relacionadas ou não a intensificação do aquecimento global. Tais figuras devem ser disponibilizadas para os grupos, podendo ser expostas em projeção ou impressas e entregues para cada grupo, garantindo que todos tenham acesso.

De posse das figuras, os estudantes devem ser estimulados a refletir dentro as situações representadas por elas, quais eles acreditam que contribuem para a intensificação do aquecimento global, e argumentar a respeito dos motivos que os levaram a fazer essa escolha. Desse modo, o professor deverá questioná-los e estimulá-los a argumentarem para que seja possível verificar as concepções alternativas dos estudantes com relação aos fatores que influenciam direta ou indiretamente na intensificação do aquecimento global e seu entendimento sobre a problemática.

Figura 3: Imagens que representam situações cotidianas, as quais podem estar relacionadas ou não a intensificação do aquecimento global. São elas: a) desmatamento; b) congestionamento de veículos; c) aterro sanitário; d) oceano; e) refinaria de petróleo; f) plantação de arroz; g) usina hidrelétrica.²





² Disponível em:

- a) <https://veja.abril.com.br/blog/impacto/queimadas-na-amazonia-e-o-aumento-do-desmatamento/>;
 b) <https://www.gazetadopovo.com.br/automoveis/haja-paciencia-confira-os-piores-congestionamentos-da-historia-5zvdactza7u2ekvgou2c2pdji/>;
 c) https://pt.wikipedia.org/wiki/Aterro_sanit%C3%A1rio
 d) <https://www.plataformamedia.com/2020/06/08/dia-mundial-dos-oceanos-assinala-importancia-da-inovacao-para-a-sustentabilidade/>
 e) <https://opetroleo.com.br/wp-content/uploads/2019/09/petrpobras.jpg>
 f) <https://www.matogrossoeconomico.com.br/negocios/produtores-de-mato-grosso-devem-plantar-menos-arroz-por-conta-do-preco--diz-conab/20340>
 g) <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/fisica/usina-hidreletrica>
 Acesso em: 14/04/2021.

5.5.2. Aula 2

No início da segunda aula o professor deve retomar os principais pontos discutidos com os estudantes na aula anterior e então trazer a QN 3 que tem como objetivo aprofundar a discussão sobre os gases estufa. É interessante que os estudantes tenham a oportunidade de ler textos como o artigo intitulado “*A química no efeito estufa*”³, que contém informações a respeito da contribuição de alguns gases do efeito estufa para o aquecimento global. É importante também que eles exponham os pontos principais do texto lido para que seja estabelecida uma discussão desses pontos. Após as discussões o professor pode trabalhar o conteúdo da TAB. 1, com o objetivo de aprofundar os conhecimentos químicos dos estudantes, levando-os a conhecer melhor os gases do efeito estufa e entender que existe um potencial de contribuição para o aquecimento global atribuído a estes gases que faz com que alguns gases tenham maior contribuição para esse aumento do que outros. Como, por exemplo, o gás carbônico, que apesar de estar em maior quantidade na atmosfera, é considerado com uma menor contribuição no aumento do efeito estufa, quando comparado ao gás metano, uma vez que este tem maior potencial.

Tabela 1: Potencial de contribuição para o aquecimento global de alguns gases do efeito estufa (GEE)

GEE	POTENCIAL DE AQUECIMENTO GLOBAL (100 ANOS)
Dióxido de carbono (CO ₂)	1
Metano (CH ₄)	21
Óxido Nitroso (N ₂ O)	310
Hexafluoretano (C ₂ F ₆)	9.200
Hexafluoreto de enxofre (SF ₆)	23900

Fonte: Adaptado de SANTOS, 2016.

Após a discussão da tabela, a questão do ENEM que foi utilizada como base para a criação do caso (FIG. 4) pode ser retomada para a discussão dos

³ TOLENTINO, Mario; ROCHA-FILHO, Romeu C. A química no efeito estufa. **Química Nova na Escola**, v. 8, n. 2, p. 10-14, 1998.

conhecimentos científicos necessários para sua análise. Uma vez que a questão do ENEM traz alguns gases do efeito estufa e ainda permite discussões que abarcam conhecimentos específicos de biologia, como por exemplo, a forma em que o gás metano é produzido pelas vacas.

Desse modo, o professor pode demonstrar a importância de se conhecer esses gases, do ponto de vista ambiental e também mostrar como esse conhecimento é avaliado no ENEM. O professor pode ainda utilizar essa discussão para desenvolver os conhecimentos biológicos, ou seja, trabalhar o mecanismo de produção do metano pelos ruminantes, resultante da decomposição de matéria orgânica através da ação de bactérias no processo digestório deles via mecanismos redutores.

Figura 4: Representação da questão 90 da prova do ENEM de 2011.



De acordo com o relatório "A grande sombra da pecuária" (*Livestock's Long Shadow*), feito pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação, o gado é responsável por cerca de 18% do aquecimento global, uma contribuição maior que a do setor de transportes.

Disponível em: www.conpet.gov.br. Acesso em: 22 jun. 2010.

A criação de gado em larga escala contribui para o aquecimento global por meio da emissão de

- A** metano durante o processo de digestão.
- B** óxido nítrico durante o processo de ruminação.
- C** clorofluorcarbono durante o transporte de carne.
- D** óxido nítrico durante o processo respiratório.
- E** dióxido de enxofre durante o consumo de pastagens.

Fonte: ENEM, 2011.

Após toda a discussão sobre a questão do ENEM, o professor pode trabalhar a QN 4. Nesse sentido, ele deve ouvir as respostas dos estudantes e promover discussões entre a turma. Ao final das discussões é interessante que o professor trabalhe textos que definam o que é o efeito estufa, revelando os argumentos de

cientistas que apontam que o aquecimento global vem sendo causado pelo aumento da emissão de gases estufa, especialmente o gás carbônico, pela ação humana.

Tal discussão é muito bem desenvolvida na matéria “*A humanidade é a causa e a solução para o aquecimento global?*”⁴ que pode ser trabalhada com os estudantes em sala de aula. Mas é também importante trabalhar textos que revelem os argumentos dos cientistas que se autodenominam céticos, que contestam que o aquecimento esteja relacionado à ação antropogênica. Sugere-se aqui o texto “*Não há emergência climática*”⁵ em “*A Grande Farsa do Aquecimento Global*”, que traz argumentos interessantes que sustentam o ponto de vista dos céticos.

No QUADRO 2, sugerimos um texto que pode ser utilizado para essas discussões. É interessante fazer um fechamento dessa atividade promovendo uma discussão com toda a classe, retomando o texto ou os artigos que foram lidos pelos grupos.

O professor deve deixar claro que existe um consenso de que os gases estufa intensificam o efeito estufa. Entretanto, não existe consenso a respeito de que os GEE seriam os maiores responsáveis pelo aquecimento global.

Quadro 2: Texto para discussão intitulado: Efeito Estufa.

EFEITO ESTUFA

O efeito estufa é um processo físico-químico complexo, que ocorre pela incidência de energia solar de pequenos comprimentos de onda que passam pela atmosfera terrestre sem interagir com esses gases existentes nesta camada. As radiações ultravioleta e visível emitidas pelo sol são absorvidas pela superfície terrestre, e são refletidas com um comprimento de onda mais longo (radiação infravermelha) (GUIMARÃES E DORN, 2015).

Parte dessa radiação interage com os gases-estufa presentes na atmosfera e a outra parte volta para a superfície terrestre. Essa interação entre os gases e a radiação infravermelha (movimento translacional) leva ao aumento da energia cinética que ocasiona o aumento da temperatura (GUIMARÃES E DORN, 2015).

Disponível em:

⁴<http://www.granbio.com.br/blog/a-humanidade-e-a-cao-e-a-solucao-para-o-aquecimento-global/>. Acesso em 12/04/2021

⁵<https://agfdag.wordpress.com/2019/09/26/nao-ha-emergencia-climatica/>. Acesso em 12/04/2021

Esse efeito mantém a temperatura média da atmosfera terrestre em torno de 15°C, a ausência de gases-estufa na atmosfera inviabilizaria a manutenção da vida na terra (CERRI E CERRI, 2007; SILVA E PAULA, 2009).

Boa parte da comunidade científica defende que o aumento da concentração de poluentes de origem antropogênica (ou seja, derivados das atividades humanas) na atmosfera é a principal causa do aumento do efeito estufa, e conseqüentemente do aquecimento global.

Entretanto, também há uma corrente científica que defende que esse aumento é ocasionado pela recuperação natural do clima, após o período conhecido como “Pequena Idade do Gelo” (SILVA E PAULA, 2009).

Esse período durou cerca de três séculos (XVII a XIX) e as temperaturas da terra eram muito baixas, sendo este aquecimento considerado como um fenômeno recorrente na história do planeta.

Essa teoria se justifica pelo fato do planeta já ter sofrido processos comprovados de resfriamentos e aquecimentos extremos, caracterizados pela alternância entre climas mais quentes e climas mais frios (SILVA E PAULA, 2009).

Independentemente de sua causa, os efeitos do aquecimento global têm sido devastadores, sendo observados reflexos claros nas mudanças climáticas.

Fonte: Da autora.

5.5.3. Aula 3

Para dar início à terceira aula, o professor pode utilizar o recurso de vídeo de modo a abordar melhor o assunto tratado nas aulas anteriores, para que os estudantes possam entender como essas ideias vêm sendo incorporadas por diferentes seguimentos da sociedade. Indicamos aqui o episódio 8 da primeira temporada da série “*Mundo Mistério*” disponível no Netflix, intitulado “*Aquecimento global uma grande conspiração?*” que traz uma abordagem criativa sobre a controvérsia, e com argumentos bem apresentados que estimulam a reflexão.

O episódio tem aproximadamente 27 minutos e os estudantes podem assistir em sala de aula, sendo estimulados a prestar atenção na forma como são apresentados os argumentos. É importante que após assistirem, o professor promova um debate com os estudantes a respeito dessa incorporação de ideias sobre as causas e conseqüências do aquecimento global, pela sociedade.

Após as discussões o professor pode trazer a QN 5 responsável por aprofundar a discussão a respeito da radiação eletromagnética na região do infravermelho. É um bom momento para rever o que já foi aprendido anteriormente e estabelecer novas relações. O texto sugerido para ser utilizado na discussão da QN 4 (QUADRO 2) deve ter sua leitura novamente solicitada, dando sequência às discussões. Uma vez que ele fala sobre as interações entre a radiação infravermelha e os gases estufa presentes na atmosfera e sobre o retorno de parte dessa radiação para a superfície terrestre.

Desse modo propõe-se que os estudantes sejam estimulados a representar seu entendimento através de desenhos, demonstrando sua compreensão a respeito de como a radiação ultravioleta incide na superfície terrestre e é absorvida por átomos e moléculas dos materiais dessa superfície que mudam seu estado vibracional e a transformam em energia vibracional, emitindo radiação infravermelha. E sobre como a radiação infravermelha emitida pelos materiais da superfície terrestre sai do planeta e parte dela pode ser absorvida pelos gases estufa.

Nesse sentido, o professor deve guiar os estudantes para que essas ilustrações sejam representadas no nível macroscópico e no nível submicroscópico. O nível macroscópico é aquele que representa algumas observações do fenômeno, por exemplo, a incidência de energia solar na superfície terrestre, a temperatura da terra aumentando e etc. Desse modo, o estudante pode demonstrar suas noções de incidência de energia e reflexão, por exemplo. Já o nível submicroscópico é a forma como a ciência explica o que nós observamos, ou seja, os estudantes podem demonstrar seu entendimento de que os gases estufa ao absorverem uma fração significativa da radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre sofrem um aumento nos movimentos vibracionais e rotacionais das moléculas passando a irradiar no infravermelho e espalhando essa radiação em várias direções, inclusive retornando à superfície, mantendo-a mais quente do que seria na ausência desses gases na atmosfera.

O professor pode finalizar a aula trazendo a QN 6 que tem como objetivo estimular os estudantes a explicitarem o que eles entenderam a respeito do tema. O professor deve incentivar os estudantes a definirem “efeito estufa” e “aquecimento global” e explicitarem qual a sua compreensão sobre a relação entre esses termos. Essa discussão é importante uma vez que muitas pessoas não compreendem que o

efeito estufa é um fenômeno necessário para a manutenção de vidas na terra.

5.5.4. Aula 4

O professor deve iniciar a aula abordando a QN 7, após ouvir os argumentos dos estudantes ele pode trazer o texto apresentado no QUADRO 3. O texto fala da Conferência entre as Partes, uma conferência internacional feita com o intuito de se obter um novo acordo climático internacional. O texto relata o fato de que os países participantes apresentaram sua proposta de redução de emissão de gases estufa, de modo a contribuir para que se mantenha o aquecimento global bem abaixo de 2°C até o final do século, em relação aos níveis pré-industriais. Dentre esses países estava o Brasil que apresentou sua proposta, tendo 2005 como ano base.

Quadro 3: Texto para discussão intitulado: 21ª CONFERÊNCIA DAS PARTES (COP-21).

21ª CONFERÊNCIA DAS PARTES (COP-21)

No final do ano de 2015, aconteceu em Paris a 21ª Conferência das Partes, COP-21, uma conferência internacional que reuniu 196 Estados-Partes, com o intuito de se obter um novo acordo climático internacional, em que cada Estado-Parte apresentou sua proposta de redução de emissão de gases de Efeito Estufa, o que se chamou de Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (INDC, em inglês) (Nações Unidas, 2015). Este acordo, o Acordo de Paris, tem como principal missão manter o aquecimento global bem abaixo de 2 °C até o final do século, em relação aos níveis pré-industriais.

A COP-21 já pode ser considerada uma conferência histórica, pois no dia 05 de outubro de 2016 foi atingido o limite mínimo previsto para que o Acordo de Paris possa entrar em vigência.

Essa meta corresponde à ratificação do Acordo por pelo menos 55 países e que sejam responsáveis por 55% das emissões de gases de Efeito Estufa (King, 2016). E os dois maiores emissores do mundo, EUA e China, ratificaram o Acordo, diferentemente do que ocorreu com o Protocolo de Quioto de 1997, em que estas duas potências não se comprometeram em cumprir as metas de redução de emissões.

O Brasil é uma das Partes e apresentou sua INDC, com a meta de diminuir as

emissões de gases de Efeito Estufa em 37% até 2025 e em 43% até 2030, tendo 2005 como ano-base. Para atingir tal objetivo, a INDC brasileira contém ações como o fim do desmatamento ilegal na Amazônia, a restauração e reflorestamento de 12 milhões de hectares, a recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas e o alcance de 45% na participação de energias renováveis na composição da matriz energética.

Fonte: Pelegrini e Araújo, 2018, p.73.

Nesse sentido, o professor deve discutir com os estudantes estimulando-os para que reflitam sobre a situação ambiental que eles observam no Brasil atualmente, incluindo as queimadas, os desmatamentos, as permissões de entrada de diversos agrotóxicos que são proibidos em outros países, as indústrias, os rios poluídos, rompimento de barragens e etc., e que eles argumentem sobre o quão eficiente eles acham que têm sido as medidas tomadas pelo nosso país para cumprir o acordado na Conferência, e por que eles pensam que tem ocorrido dessa forma.

É importante fazê-los refletir que toda essa discussão sobre propostas para a redução de emissão de gases estufa está inseparavelmente ligada aos interesses políticos e econômicos dos países, das indústrias, à distribuição de riquezas e ao poder. Uma vez que muitas leis são burladas em prol do desenvolvimento de práticas ilegais que sejam lucrativas para algumas entidades. Além disso, ocorre também que algumas indústrias perdem mercado em outros países desenvolvidos e buscam os países mais pobres como o Brasil, por possuírem leis mais brandas. Desse modo, elas se instalam nesses locais deixando aquele lugar mais poluído e com maior contribuição para o aquecimento global.

Após essas discussões propõe-se a abordagem da QN 8. É importante que o professor deixe claro que discussões sobre o aquecimento global estão sujeitas aos interesses econômicos, morais e emocionais subjacentes, o que significa dizer que é impossível solucionar o problema de modo ideologicamente neutro. Não adianta o governo incentivar com que as pessoas andem de bicicleta, se ele não constrói ciclovias, não adianta o cidadão reduzir seu tempo no banho se as empresas gastam quantidades exacerbadas de água. É de suma importância que o professor estimule o pensamento crítico dos estudantes com relação ao papel dos indivíduos e das instituições empresariais, demonstrando que todos devem cobrar das empresas

ações mais responsáveis, além disso, deveríamos cobrar do governo políticas públicas que incentivem a preservação do meio ambiente.

5.5.5. Aula 5

Sugerimos que o professor inicie a quinta aula com a QN 9, isso porque é interessante que o professor avalie o que os estudantes pensam com relação à essa “culpabilidade” das vacas, trabalhada na questão do ENEM. O professor deverá ouvir as reflexões dos estudantes e mediar as discussões entre a turma para que possa entender seus argumentos. Nesse momento ele pode trazer o QUADRO 4 para problematizar mais a discussão.

Quadro 4: Texto para discussão intitulado: "O que as vacas têm a ver com o efeito estufa?".

O QUE AS VACAS TÊM A VER COM O EFEITO ESTUFA?

O efeito estufa é um fenômeno natural causado pela habilidade de algumas moléculas de refletir radiação, aquecendo a atmosfera. Dentre essas moléculas estão a água (H₂O), o dióxido de carbono (CO₂) e o metano (CH₄).

As vacas além de emitirem CO₂ por meio da sua respiração, também emitem uma quantidade grande de metano pelo seu sistema digestivo. Estima-se que uma vaca pode emitir entre 70 e 120 kg de metano por ano!! Isso, considerando o poder de aquecimento do metano que é mais de 20 vezes maior que do CO₂, equivale à queima de 1.000 L de petróleo, o suficiente para um veículo percorrer mais de 12.000 km.

E a contribuição das vacas não para por aí. Ainda temos que considerar que, usualmente, uma área de vegetação deve ser destruída para a formação do pasto, deixando de absorver o CO₂ da atmosfera, como comentamos anteriormente. Além disso, na pecuária como um todo, a emissão de gases do efeito estufa provenientes da produção dos fertilizantes usados no cultivo da ração do gado e a energia envolvida nesse processo e na criação dos animais em si, também entram na conta da emissão das vacas. Somando isso tudo, estima-se que a contribuição da pecuária seja de mais de 250 milhões de toneladas de CO₂ por ano!

Fonte: Adaptado de: “O que as vacas têm a ver com o efeito estufa?”. Disponível em: <

A depender dos argumentos dos estudantes, será possível a compreensão de que eles entendem ou não o papel das vacas enquanto pacientes morais e dos homens enquanto agentes morais. Recomenda-se a leitura da seção 3.2.1 do presente trabalho onde esses conceitos da ética são discutidos.

As vacas são consideradas pacientes morais por não terem a capacidade de refletir sobre suas ações, como o ato de “ruminar”, por exemplo, que é uma prática iminente do animal. Já o homem no seu papel de agente moral tem a capacidade de refletir sobre as ações que são recomendáveis do ponto de vista ético e também sobre as que são reprováveis por esse ponto de vista. Desse modo, o homem pode optar, por exemplo, a deixar de comer carne, ou a reduzir a quantidade de carne que coloca em sua mesa, contribuindo para a redução de gás metano produzido na criação desses animais. Mas as vacas não podem optar por parar de ruminar ou comer.

Entretanto, pode-se pensar no quão longe as discussões sobre essa problemática podem se estender, visto que devemos levá-los a refletir que o aumento da população mundial levou a um aumento na produção de carne, o que aumentou as emissões desse setor. Desse modo, essas discussões servem também como base para a tendência mundial de redução do consumo de carnes. Mas, cabe lembrar que não é eliminando completamente o consumo de carne que acabaremos com a emissão dos gases do efeito estufa.

Afinal, se apenas os indivíduos pararem de comer carne, isso não irá resolver o problema, uma vez que deixamos de comer carne, mas esta continua sendo produzida industrialmente para a exportação. Além disso, as indústrias, o setor agrícola entre outros, continuarão com sua contribuição para o aquecimento global, se nada for feito.

Desse modo é importante que o professor conduza as discussões para fazer com que os estudantes reflitam sobre a participação conjunta de todos os atores sociais – indústria, políticos e sociedade civil.

É de suma importância finalizar a sequência didática trabalhando a QN 10 pois sua discussão tem como objetivo retomar os conhecimentos e as ideias que foram desenvolvidas pelos estudantes nas QN 1 a 9 de modo que eles utilizem todo esse aprendizado para agir, uma vez que até esse momento foram fornecidos subsídios para eles propusessem as melhores soluções para a resolução do caso.

Além disso, esse é o momento em que eles terão plena participação responsável no processo, e serão estimulados a refletir novamente quanto às escolhas que fazem, sejam elas de ordem econômica, ambiental, ética, e ao seu modo de vida de forma mais geral.

5.5.6. Critérios de avaliação

Os critérios de avaliação podem ser divididos para cada aula, de forma a respeitar as características de cada uma. Nas aulas 1 a 5 os estudantes podem ser avaliados pela sua argumentação e pela forma como eles debatem o tema. Desse modo eles devem utilizar os aspectos socioambientais, éticos e políticos para apresentar seus argumentos durante as discussões.

Já nas aulas 2 e 3 os estudantes podem ser avaliados também pela compreensão do conteúdo. Desse modo, eles devem demonstrar o desenvolvimento de uma aprendizagem de caráter interdisciplinar, demonstrando também o entendimento de que os conhecimentos físicos, químicos e biológicos estão integrados e são importantes para se pensar a problemática de forma mais aprofundada.

Na aula 5 os estudantes também podem ser avaliados por sua desenvoltura na elaboração das formas de comunicação propostas para tornar suas ideias e reflexões acessíveis para a sua comunidade escolar e pelo material desenvolvido para ação sociopolítica.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acreditamos que a proposta de uma sequência didática destinada aos professores de Ciências tem potencial para auxiliá-los na elaboração de uma prática que englobe QSC a partir de uma questão do ENEM, de modo a estimulá-los a trabalhar as questões do ENEM que apresentam potencial para discussões mais amplas, como por exemplo, explorando as dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais a partir dos temas.

Este material conta com a proposta de um caso a ser discutido com os estudantes, a partir de questões norteadoras que serão utilizadas pelo professor para mediar e estimular essas discussões, além de orientações acerca de como podem ser trabalhadas cada questão norteadora a fim de promover o

desenvolvimento dos estudantes com relação a sua capacidade crítica, além de seus valores éticos, morais e socioambientais.

A discussão do tema em paralelo com a utilização de questões do ENEM foi proposta com o intuito de que os estudantes possam explorar alguns conhecimentos que já foram abordados anteriormente pelo exame. E para além disso, apresentar o lado controverso dessas problemáticas, já que em uma delimitada questão não é possível abranger todos os aspectos e nem todos os conhecimentos necessários para o entendimento de temas tão amplos como os relacionados à temáticas ambientais que são tão abordadas no ENEM.

Nesse sentido, o produto desenvolvido no presente trabalho demonstra que há potencialidade em se utilizar questões do ENEM na elaboração de práticas envolvendo questões sociocientíficas. Uma vez que temas globais e controversos são tão presentes no exame, principalmente os que se referem ao meio ambiente, o que pode servir como um estímulo para discussões sobre questões do exame como facilitadoras de práticas que envolvam o desenvolvimento de QSC.

Além disso, é importante a utilização de questões sociocientíficas que explorem os conhecimentos interdisciplinares dos estudantes para que eles entendam que estes conhecimentos podem ser integrados de modo a promover reflexões mais profundas sobre as problemáticas e ações mais conscientes. Além disso, as QSC são de suma importância para fomentar ações sociopolíticas e ativistas, por se tratar de uma abordagem capaz de estimular valores, habilidades e atitudes, necessários para a formação crítica e emancipatória dos estudantes (CONRADO E NUNES-NETO, 2018).

Desse modo, acreditamos que fazendo essa integração entre o ENEM e a abordagem educacional das QSC como estratégia de ensino, os professores terão mais subsídios para discutir diferentes aspectos (como os sociológicos, políticos, éticos, químicos, físicos e biológicos discutidos no presente trabalho) de um tema tão controverso como o efeito estufa.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AULER, D. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. esp, p. 1-20, 2007.

BARATA, R. B. Ética e epidemiologia. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 12, n. 3, p. 735 – 753, 2005.

BARROSO, A. L. R.; DARIDO, S. C. A pedagogia do esporte e as dimensões dos conteúdos: conceitual, procedimental e atitudinal. **Journal of Physical Education**, v. 20, n. 2, p. 281-289, 2009.

BRASIL, 2005. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Fundamentação teórico-metodológica – ENEM**. Brasília, DF: MEC, 2005

_____. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, DF: MEC, 2006

_____. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Matriz de Referência para o ENEM**. Brasília, DF: MEC, 2009.

_____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2015.

CALLAI, H. C. Escola, cotidiano e lugar. **Geografia: Ensino Fundamental-Coleção Explorando o Ensino**. Brasília: Ministério da Educação, p. 25-42, 2010.

CAVALCANTE, K. S.; SILVA, F. C.; MACIEL, A. P.; LIMA JUNIOR, J. A. S.; RIBEIRO, J. S. D. S.; SANTOS, P.; PINHEIRO, A. E. Educação ambiental em histórias em quadrinhos: recurso didático para o ensino de ciências. **Química Nova na Escola**. v. 37, n. 4, p. 270-277, 2015.

CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P. Agricultura e aquecimento global. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 40-44, 2007.

CONCEIÇÃO, J. S.; DE JESUS, G. B.; DE FREITAS MADRUGA, Z. E. Contextualização no ensino de matemática: concepções de futuros professores. **REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 6, n. 2, p. 291-309, 2018.

CONRADO, D. M. **Questões Sociocientíficas na Educação CTSA: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico**. 2017. 218 f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F. Questões sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. In: _____ (Org.). **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018, p. 77 – 118.

_____. Dimensões do conteúdo em questões sociocientíficas no ensino de ecologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – ENEC, XVI, 2015, Lisboa. **Atas...** Lisboa, 2015, p. 432-435.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. Análise de Argumentos em uma Questão Sociocientífica no Ensino de Biologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE

ENSINO DE BIOLOGIA E ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA DA REGIONAL. n. 8, 2016, Maringá. **Atas...** Niterói: SBEnBio, 2016, p.1-13.

_____. Argumentação sobre problemas socioambientais no ensino de biologia. **Educação em Revista**. v. 31, p. 329-357, 2015.

CORTES JUNIOR, L. P.; CORIO, P.; FERNANDEZ, C. As representações sociais de química ambiental dos alunos iniciantes na graduação em Química. **Química Nova na Escola**. v. 31, n. 1, p. 46-54. 2009.

COSTA-BEBER, L. B.; MALDANER, O. A. Um Estudo sobre as Características das Provas do Novo ENEM: Um Olhar para as Questões que Envolvem Conhecimentos Químicos. **Química Nova na Escola**. v. 37, n. 1, p. 44-52, 2015.

COSTA, D. A. S.; SILVA, D. e SILVA, P. S. A percepção dos alunos do Ensino Médio sobre a interdisciplinaridade e a contextualização nas questões do ENEM. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Campinas: ABRAPEC, 2011. **Encontro...** Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1344-1.pdf>>. Acesso em: 24 de março de 2020.

DARIDO, S. C. Os conteúdos da Educação Física na escola. In: DARIDO, S. C.; RANGEL, I. C. A (coord). **Educação Física na escola: implicações para a prática pedagógica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005, p. 64-78.

DARIDO, S. C.; FERREIRA, L. A.; GALVÃO, Z.; PONTES, G. H.; RAMOS, G. N. S., RANGEL, I. C. A.; RODRIGUES, L. H.; SANCHES NETO, L.; SILVA, E. V. M. Resenha do livro A prática educativa, de Antoni Zabala. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**. v. 23, n. 2, p. 195-205, 2002.

FERNANDES, CdS; MARQUES, C. A. Noções de Contextualização nas Questões Relacionadas ao Conhecimento Químico no Exame Nacional do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**. v. 37, n. 4, p. 294-304, 2015.

GIORDAN, M.; GUIMARÃES, Y. A.; MASSI, L. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. VIII, 2011, **Atas...** Campinas, 2011. p. 1-12.

GUIMARÃES, C. C.; DORN, R. C. Efeito estufa usando material alternativo. **Química Nova na Escola**. v. 37, n. 2; p. 153-157, 2015.

GUIMARÃES, Y.; GIORDAN, M. Elementos para validação de sequências didáticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. IX, 2013. Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: ABRAPEC, 2013. v. 1. p. 1-8.

LOPES, N. C. **Aspectos formativos da experiência com questões sociocientíficas no ensino de ciências sob uma perspectiva crítica**. 2010. 230 f.

Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2010.

MACENO, N. G.; RITTER-PEREIRA, J.; MALDANER, O. A.; GUIMARÃES, O. M. A. Matriz de Referência do ENEM 2009 e o Desafio de Recriar o Currículo de Química na Educação Básica. **Química Nova na Escola**. v. 33, n. 3, p. 153-159, 2011.

MAIA, R. A.; DE SOUZA SILVA, E.; DOS SANTOS, M. B. H.; MOREIRA, D. N. Mapeamento e análise nas questões do ENEM sobre química. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS – CONAPESC, 2016, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2016. Disponível em: <http://editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO_EV058_MD4_SA87_ID2190_17052016235703.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2020.

MARTÍNEZ PÉREZ, L. F.; CARVALHO, W. L. P. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. **Educação e Pesquisa**. v. 38, n. 3, p. 727-741, 2012.

MARTÍNEZ PÉREZ, L. F.; CARVALHO, W. L. P.; LOPES, N. C.; CARNIO, M. P.; VARGAS, N. J. B. A Abordagem de questões sociocientíficas no Ensino de Ciências: contribuições à pesquisa da área. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – ENPEC, VIII, 2011, Campinas. **Anais...** Campinas, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1606-1.pdf>> . Acesso em: 24 mar. 2020.

MARTINS, L.; DIONOR, G. A.; CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F. Ensino baseado em Questões Sociocientíficas: uma revisão sistemática de propostas didáticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – ENPEC, XII, 2019, Natal. **Encontro...** Natal: UFRGN, 2019. p. 1-8.

PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On, **Science Education**. v.95, n.4, p.601 -626, 2011.

PELEGRINI, M.; ARAÚJO, W. R. B. Efeito estufa e Camada de Ozônio sob a perspectiva da interação radiação matéria e uma Abordagem dos Acordos Internacionais sobre o clima. **Química Nova da Escola**. v. 40, n. 2, p. 72-78, 2018.

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

_____. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**. v. 1, p. 109-131, 2008.

_____. A química e a formação para a cidadania. **Educación Química**. v. 22, n. 4, p. 300-305, 2011.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Educação e cidadania. In:_____(Org.). **Educação em Química: Um compromisso com a cidadania**. 2003.

_____. **Química: ensino médio**. 3. ed.; v. 2. São Paulo: Editora AJS, 2016. (Coleção: Química Cidadã)

SILVA, M. A. N. da; QUADROS, A. L. de. Ensino por temas: a qualidade do ar auxiliando na construção de significados em química. **Química Nova na Escola**. v.38, p.40-46, 2016.

SILVA, R. W. C.; PAULA, B. L. Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural. **Terræ Didática**. v. 5, n. 1, p. 42-49, 2009.

SOUZA, J. R. T.; BRITO, L. P. de. Influência do conteúdo de Química na elaboração de questões do novo Enem associadas ao enfoque CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 18, n. 21, p. 699-726, 2018.

STADLER, J. P. **Análise de aspectos sociocientíficos em questões de química do ENEM: subsídio para a elaboração de material didático para a formação cidadã**. 2015. 114 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Formação Científica Educacional Tecnológica, Curitiba, 2015.

STADLER, J. P.; GONÇALVES, F. R.; HUSSEIN, S.; MARQUES, C. A. Questões de Química do Novo Enem com potencial para abordagem sociocientífica. **Estudos em Avaliação Educacional**. v. 30, n. 75, p. 780-798, 2019.

SILVA, E. L. Contextualização no ensino de química: idéias e proposições de um grupo de professores. 2007. 142f. Dissertação de Mestrado - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

WMO, 2018. **World meteorological organization greenhouse gases bulletin**. [https:// library.wmo.int/opac/doc_num.php?explnum_id=4022](https://library.wmo.int/opac/doc_num.php?explnum_id=4022), Data de acesso: 27 de novembro de 2019.