



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA



JULYENE DA SILVA MENEZES

**A COMPREENSÃO DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO SOBRE A TEMÁTICA
ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL A PARTIR DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS**

Serra Talhada-PE

2019

JULYENE DA SILVA MENEZES

**A COMPREENSÃO DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO SOBRE A TEMÁTICA
ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL A PARTIR DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS**

Monografia apresentada ao curso de Licenciatura Plena em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientadora: Dra. Bruna Herculano da Silva Bezerra

Coorientadora: Dra. Flávia Cristiane Vieira da Silva

Serra Talhada-PE

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca da UAST, Serra Talhada - PE, Brasil.

M543c Menezes, Julyene da Silva
A compreensão de estudantes do ensino médio sobre a temática
alimentação saudável a partir de questões sociocientíficas / Julyene da
Silva Menezes. – Serra Talhada, 2019.
87 f.: il.

Orientadora: Bruna Herculano da Silva Bezerra
Coorientadora: Flávia Cristiane Vieira da Silva.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em
Química) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade
Acadêmica de Serra Talhada, 2019.
Inclui referência, anexo e apêndice.

1. Elementos químicos. 2. Química - ensino. 3. Tabela periódica dos
elementos químicos. I. Bezerra, Bruna Herculano da Silva, orient. II.
Silva, Flávia Cristiane Vieira da, coorient. III. Título.

CDD 540

JULYENE DA SILVA MENEZES

**A COMPREENSÃO DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO SOBRE A TEMÁTICA
ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL A PARTIR DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS**

Monografia apresentada ao curso de Licenciatura
Plena em Química da Universidade Federal Rural
de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra
Talhada, como requisito parcial para obtenção do
título de Licenciada em Química.

APRESENTADO EM ____/____/____

BANCA EXAMINADORA:

Professora Dra. Flávia Cristiane Vieira da Silva (Coorientadora- UFRPE/UAST)

Professor Dr. Alessandro Cury Soares (UFCA/IFE)

Professor Me. Hemerson Henrique Ferreira do Nascimento (UFRPE/PPGEC)

A meus pais, minha irmã e meu sobrinho que seguraram minha mão durante todo esse árduo caminho de quedas, lágrimas e realizações. Também aos meus avós, em especial a minha avó paterna, minha eterna vovó Bel (in memoriam) que torceu por mim durante boa parte da minha trajetória acadêmica, mas que não pôde estar hoje presente para acompanhar minha vitória. Se posso dizer que a universidade me roubou algo precioso, sem dúvidas foi a oportunidade de estar mais com ela e ter a chance de me despedir, mas me seguro na certeza de que um dia nos encontraremos na eternidade.

AGRADECIMENTOS

Por inúmeras vezes questioneei-me se chegaria ao momento de escrever este tópico, e entre lágrimas imaginava cada palavra e cada pessoa que estaria aqui representada, no entanto, quando este sonho enfim virou realidade, as palavras fugiram e por isso, de antemão gostaria de agradecer a todos aqueles que não se sentiram aqui representados, porém, que em algum momento contribuíram para a realização deste trabalho ou para a minha jornada acadêmica que neste término apenas se inicia.

Inicialmente, gostaria de agradecer a Deus, que proporcionou que tudo isso fosse possível e que, em todo o caminho, por mais árduo e desencorajador que parecesse, esteve ao meu lado, consolando-me, fortalecendo, encorajando, e alegrando nos dias mais difíceis e nos mais alegres.

A minha orientadora, Bruna Herculano, que desempenhou muito mais do que o papel de orientadora, foi também psicóloga, amiga, ouvinte, conselheira e inúmeras outras funções extras, sempre com maestria e preocupação em entender-me e ajudar-me. Juntas, construímos muito além desse trabalho, construímos aprendizados únicos que influenciarão positivamente a profissional da Educação que pretendo ser. Obrigada por me segurar, quando pelo percurso, inúmeras vezes desabei, por medo ou pelo fato de ser iniciante nessa área, e inclusive, muito obrigada por ter-me aberto as portas de uma área linda, complexa, mas de extrema importância para a Química que é o Ensino de Ciências.

Também gostaria de agradecer a minha coorientadora, a professora Flávia Vieira, que já seria figurinha certa aqui mesmo que não tivesse desempenhado brilhantemente esse papel. Não tenho palavras para agradecer pelos conselhos, profissionais e pessoais, que iam muito além de ensinar normas técnicas da ABNT, na disciplina de Monografia ou mesmo na de ABP, é impossível descrever o quanto cada conselho, cada frase, alegraram e fortaleceram-me nesse percurso que não foi fácil. Obrigada por ter aceitado integrar esse time e construir esse trabalho e pelos aprendizados singulares que compartilhistes comigo ao longo da minha formação. Ambas são exemplo de pesquisadoras e de professoras em que me espelho para desempenhar minha prática docente.

Agradeço a toda a minha família, meus avós, tios, tias, primos, primas e esposos e esposas destes, todos vocês são fundamentais na minha existência e em todas as minhas conquistas. Mas agradeço em especial a meus pais, pois sei que a batalha não foi fácil e muito menos pequena, economicamente e emocionalmente falando, para manter-me em uma cidade distante, sozinha, longe de todos, com tantas adversidades, momentos de choros e provações

pelo caminho. Obrigada por terem me proporcionado correr atrás dos meus sonhos, acreditado e confiado em mim, não apenas agora, mas durante toda a vida. Obrigada pelo amor e carinho sempre presentes que me deram força para levantar das inúmeras quedas e rasteiras que a vida me deu, pela companhia mesmo à distância, nas horas de medo, de tristeza, de doença e de alegria, e pelas inúmeras horas de conversas jogadas fora, que nos aproximavam e matava minimamente a saudade. Espero ser para vocês, um dia, merecedora de metade do orgulho que sinto por ser filha de vocês; se não os tivesse em minha vida, eu não seria nada, eu não teria conseguido.

Não poderia deixar de citar também a minha pequena, minha irmã, minha companheira da vida inteira, que com seu jeito único, tímido, muitas vezes sem demonstrar sentimentos, por inúmeras vezes foi meu consolo, companhia, ombro amigo, e alicerce para que eu me segurasse e conseguisse continuar. Obrigada por, mesmo distante, fazer parte dos meus dias, das minhas conquistas e me fortalecer nas derrotas, por me ouvir conversar abobrinhas quando você está com sono ou atormentada, simplesmente para que eu me sinta bem. Também a meu cunhado que se mostrou um bom amigo e ouvinte, e em particular, ao príncipe mais lindo do universo, meu sobrinho, que mesmo tão pequeno, me fortalece e me acalma como ninguém; por ele procuro ser forte e vencer o mais rápido possível, apenas para revê-lo.

A meus amigos da igreja, que me fortaleceram em oração e em especial ao G10 (Rangel, Jaqueline, Willysandra, Clezyane, Emerson, Tiago, Joel, José Nilson, Gean), pois apesar de tanto tempo que nos separamos, permaneceram como minha segunda família, presentes mesmo nas ausências, torcendo por mim e dispostos sempre a me ajudar. Amo vocês de forma incomparável.

Aos inúmeros colegas com que a universidade me presenteou, os quais levarei pra vida e foram fundamentais para que eu chegasse até aqui, seja pelos vários intensivões ou simplesmente pela companhia diária e as risadas. As meninas (Amanda, Paloma e Leiliane) com quem por determinado tempo, dividi apartamento e, muito além disso, confidências, preocupações, aprendizados e sorrisos.

Em especial, gostaria de agradecer aos meus amigos, o grupo que me acolheu e é responsável diretamente por eu ter conseguido vencer, os Perigosos (Maiara, Marcelo, Antônio e Vanessa), que de perigosos não tem nada. Obrigada pessoal, sem vocês eu realmente não teria conseguido sair nem dos períodos iniciais, muito menos escrever esta monografia. Obrigada por preocuparem-se comigo, por dividirem problemas, conquistas e alegrias, pelas inúmeras risadas após a aula, que será uma das partes que mais sentirei falta da

universidade, pelas besteiras que sempre conversamos e que aliviam o fardo pesado que, muitas vezes, nos sobrecarregam nessa jornada. Obrigada, em especial, por não me deixarem no momento que mais precisei, por preocuparem-se comigo e estarem sempre prontos a ajudar, seja nas leituras no grupo de madrugada, de noite, cansados, ou mesmo quando me questionavam diariamente sobre a monografia e vocês davam dicas e tiravam dúvidas.

Não poderia deixar de agradecer em particular a Maiara, pela companhia diária no ônibus, por me ouvir reclamar da monografia, por ouvir-me desabafar e tentar me ajudar mesmo quando estava precisando mais do que eu, afinal estávamos juntas nessas batalhas. Obrigada por ajudar na aplicação da sequência, sendo professora, câmera, gravando áudio e outras mil e uma utilidades, e por ser minha parceira no residência e estar sempre disposta a entrar de cabeça nas loucuras que eu proponho nem preciso dizer que sem tua ajuda, essa monografia não sairia e eu teria enlouquecido muito mais.

Agradeço também à escola Manoel Pereira Lins, sua gestão e toda equipe docente pelo acolhimento e por permitir a realização da pesquisa, em especial à professora Andrea Karla que foi um anjo em minha vida, desde os estágios até o presente momento como preceptora do Residência Pedagógica, e que contribuiu de forma imensurável para que a realização deste trabalho fosse possível.

Às pessoas que cruzaram o meu caminho nesses quase cinco anos e que, por algum motivo, me machucaram e fizeram sofrer, sem vocês, possivelmente, o caminho teria sido mais fácil, mas eu não teria construído aprendizados ímpares que me fizeram crescer como pessoa e como ser humano e me tornaram uma mulher capaz de correr atrás dos meus sonhos e enfrentar as adversidades de cabeça erguida, por isso meu muito obrigada.

E por último, não poderia deixar de agradecer a mim mesma, isso mesmo, muito obrigada JULYENE! Não foi fácil ser companheira de mim mesma por tantas vezes, quando todos desapareciam e a dor apertava, não foi fácil enfrentar o desconhecido longe de todos, chegar em uma cidade que nunca vi, com pessoas que nunca vi, enfrentar falsidade, ingratidão, desrespeito e muitas outras coisas, e ter que levantar a cabeça e seguir em frente sozinha. Uma vez que somos responsáveis por nossas ações e escolhas, não foi fácil chegar até aqui e sei que essa é só mais uma vitória que fecha um ciclo, porém, que inicia uma nova jornada que trará suas próprias batalhas, quedas, desafios e alegrias. Muito obrigada por não ter surtado, por ter conseguido, por ter aprendido a lidar com as noites em claro, com a falta de horário, com a selva que é a universidade e com as várias outras condições incomuns que a vida de universitário, bolsista e que mora sozinho lhe obriga.

A ciência pode esclarecer as questões, calcular os custos relativos dos vários cursos alternativos de ação, mostrar as melhores maneiras de implementação. Mas não pode tirar de nós a responsabilidade humana pela escolha e pela decisão (FERRAROTI, 1998 apud SANTOS, AULER, 2011, p.64).

RESUMO

No presente trabalho nos propomos a analisar os sentidos e significados, bem como as principais concepções prévias dos estudantes do primeiro ano do Ensino Médio sobre a temática alimentação saudável, através do desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática pautada nas relações CTS e na abordagem das questões sociocientíficas. Para isso, desenvolvemos uma pesquisa de campo de natureza qualitativa dividida em duas fases: delimitação do contexto e dos sujeitos da pesquisa e elaboração da sequência didática e, por fim, aplicação desta. Na primeira fase, definimos os sujeitos da pesquisa e o local de aplicação da sequência, uma escola de ensino regular do município de Serra Talhada-PE participante do programa Residência Pedagógica da UFRPE/UAST e, em seguida, elaboramos a sequência didática no modelo 5E. A segunda fase consistiu na aplicação da sequência em 15 aulas de 50 min., abordando os conceitos de elementos químicos e tabela periódica dentro da temática alimentação saudável, nos vieses dos nutrientes naturalmente presentes nos alimentos, impactos que a falta ou excesso destes trazem à saúde e contaminação de alimentos por metais pesados provenientes de fertilizantes e do rompimento de barragens de minérios (Mariana e Brumadinho). Lançando mão, para isso, de materiais selecionados ou elaborados especificamente para esse fim, como questionário, notícias, jogo, resumo e duas Questões sociocientíficas baseadas em casos. Os dados analisados foram construídos em duas fases da sequência, a fase de engajamento, em que buscamos mapear as principais concepções dos estudantes sobre a temática, e a fase de avaliação, em que delimitamos dois episódios da resolução da segunda QSC e analisamos as relações semânticas e aspectos CTS emergentes em cada uma em virtude da grande variedade de dados construídos. De forma geral, a sequência proposta mostrou-se bastante eficiente para abordar a temática, uma questão sociocientífica muito acertada, com a qual os alunos sentiram-se extremamente à vontade e interessados em debater e, assim, fazer emergir uma vasta heterogeneidade de concepções, sentidos e significados a mobilização dos aspectos pertinentes à relação CTS.

Palavras-chave: Elemento químico. Tabela periódica. Sequência didática. Ensino de Química.

ABSTRACT

In the present work we propose to analyze the meanings and meanings, as well as the main preconceptions of the first year students of High School on the theme of healthy eating, through the development and application of a didactic sequence based on STS relations and the approach to questions socio-scientific. For this, we developed a field research of qualitative nature divided into two phases: delimitation of the context and the subjects of the research and elaboration of the didactic sequence and, finally, application of this one. In the first phase, we defined the subjects of the research and the place of application of the sequence, a regular school of the municipality of Serra Talhada-PE participant in the Pedagogical Residence Program of UFRPE / UAST and then we elaborated the didactic sequence in the 5E model. The second phase consisted of the application of the sequence in 15 50-minute classes, addressing the concepts of chemical elements and periodic table within the theme of healthy eating, the biases of nutrients naturally present in foods, impacts that the lack or excess of these bring to health and contamination of food by heavy metals from fertilizers and the breakdown of ore dams (Mariana and Brumadinho). For this purpose, we use materials selected or elaborated specifically for this purpose, such as questionnaire, news, play, summary and two socio-scientific questions based on cases. The data analyzed were constructed in two phases of the sequence, the phase of engagement, in which we sought to map the main conceptions of the students on the subject, and the evaluation phase, where we delimited two episodes of the resolution of the second SSI and analyzed the semantic relations and STS aspects emerging in each one by virtue of the wide variety of constructed data. In general, the proposed sequence proved to be very efficient in addressing the issue, a very wise socio-scientific question, with which the students felt extremely at ease and interested in discussing and thus bringing about a vast heterogeneity of conceptions, senses and meanings the mobilization of aspects relevant to the STS relationship.

Keywords: Chemical element. Periodic table. Following teaching. Chemistry teaching.

LISTA DE ABREVIACÕES OU SIGLAS

AS	Alimentação Saudável
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CT	Ciência e Tecnologia
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DCNT	Doenças Crônicas Não Transmissíveis
EMI	Ensino Médio Inovador
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
OMS	Organização Mundial da Saúde
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
QSC	Questões Sociocientíficas
SD	Sequência Didática

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Abordagens com enfoque CTS	16
Quadro 2: Visão geral dos 5 Es	31-32
Quadro 3: Questionário diagnóstico das concepções dos estudantes	33
Quadro 4: QSCs que compõem a fase de avaliação	35-36
Quadro 5: Relações semânticas elencadas por Lemke (1997)	37-38
Quadro 6: SD para o ensino de Elementos Químicos e Tabela Periódica de acordo com o método 5E	39-41
Quadro 7: Fragmentação da segunda questão	43
Quadro 8: Categorização das respostas da terceira questão	46-47
Quadro 9: Categorização das respostas da questão sete	52
Quadro 10: Episódio 1	58-60
Quadro 11: Relações semânticas presentes no episódio 1	62-63
Quadro 12: Aspectos CTS presentes na fala dos estudantes no episódio 1	63
Quadro 13: Episódio 2	64-66
Quadro 14: Relações semânticas presentes no episódio 2	67-68
Quadro 15: Aspectos CTS presentes na fala dos estudantes no episódio 2	68

Sumário

_Toc14966571

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ASPECTOS CTS E AS QSC.....	16
2.2 ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL: UMA CONTROVÉRSIA SOCIOCIENTÍFICA.....	23
3 CAMINHO METODOLÓGICO	30
3.1 CONTEXTOS E SUJEITOS	30
3.1.1 Elaboração da sequência didática	31
3.1.2 Aplicação da SD proposta	33
3.1.3 Metodologia de análise dos dados construídos a partir do questionário	35
4 ANÁLISE DOS DADOS	40
4.1 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA ELABORADA.....	40
4.2 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO DOS ALUNOS	42
4.3 ANÁLISE DAS INTERAÇÕES DISCURSIVAS: RELAÇÕES SEMÂNTICAS E ASPECTOS CTS DA QSC 2	58
4.3.1 Análise das relações semânticas no episódio 1	58
4.3.2 Análise das relações semânticas no episódio 2.....	65
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
REFERÊNCIAS	73
APÊNDICE 1: Termo de livre consentimento dos Alunos	78
APÊNDICE 2: Resumo trabalhado na fase de explicação	79
APÊNDICE 3: Ficha dos alimentos para construção da Tabela Periódica Interativa	83
ANEXO 1: Texto “Raio-X dos crimes: um comparativo entre os impactos de Brumadinho e Mariana”	84

1 INTRODUÇÃO

Diante da emergente necessidade de aproximar o conteúdo científico dos estudantes considerando os impactos que as decisões relacionadas à ciência e tecnologia trazem para a sociedade, acreditamos ser necessário que, na educação científica, sejam trabalhados aspectos vinculados à formação de cidadãos críticos. Entendendo que, por meio dessa formação, os estudantes desenvolvam a criticidade e compreendam o vínculo intrínseco entre a ciência, a sociedade e os valores éticos e morais.

O estudante, como ser social, vive exposto aos mais variados questionamentos e acontecimentos do mundo moderno, logo, exigir que ele se esqueça do mundo exterior quando adentrar a sala de aula é incoerente. É necessário que as questões e dilemas sociais sejam discutidos na sala de aula. Conforme Santos e Carvalho (2012, p 03) atualmente o aluno vive “em um mundo em rápida transformação e fortemente baseado em Ciência e Tecnologia, urge a necessidade da formação de sujeitos que sejam capazes de transitar nas mais diversas áreas do conhecimento”, ou seja, a escola não pode estar alheia às grandes questões sociais do mundo contemporâneo. Uma das formas de inserir discussões dessa natureza na sala de aula e favorecer o desenvolvimento crítico dos estudantes diante dessas discussões é a abordagem de Questões sociocientíficas (QSC) ou temas sociocientíficos, que vem, ao longo dos anos, ganhando destaque na pesquisa e no ensino de ciências como alternativa para alcançar os objetivos de uma formação para a cidadania.

Entre diversos temas e questões que podem ser trabalhadas a partir do estudo de QSC na educação básica, a alimentação foi o tema escolhido por ser algo fundamental à vida, além de influenciar a saúde e o bem-estar dos indivíduos. Outrossim, está fortemente marcado por aspectos culturais, sociais, econômicos e políticos que variam de acordo com os costumes, crenças, especificidades regionais, etc. Em virtude de estar presente no cotidiano dos alunos, debater sobre questões que envolvam essa temática, além de evidenciar o vínculo intrínseco entre ciência e sociedade, pode contribuir para a formação cidadã, pois, como ressaltam Luca e Santos (2010, p. 46), “mesmo sem percebermos, o alimentar-se é uma questão de cidadania. Fazer opções conscientes e buscar informações sobre o alimento que chega a nossas mesas: Onde foi cultivado, por quem, qual seu ciclo de vida, revela uma sociedade mais sábia e solidária”.

Cientes disto, buscamos construir uma sequência didática com base na abordagem das questões sociocientíficas (QSC) com o tema “Alimentação saudável”, sob o viés da contaminação por metais pesados e dos minerais naturalmente presentes nos alimentos e

como a deficiência ou excesso destes afeta a saúde e bem-estar dos indivíduos. Com isso, buscamos responder ao seguinte questionamento: Como uma sequência didática pode contribuir para a abordagem de questões sociocientíficas sobre alimentação saudável no Ensino Médio de Química?

A sequência didática proposta foi aplicada em uma turma do primeiro ano do ensino médio de uma escola pública do município de Serra Talhada - PE, no intuito de alcançar o seguinte objetivo geral: Analisar a compreensão de estudantes do Ensino Médio sobre uma questão sociocientífica envolvendo a temática alimentação saudável incluída em uma sequência didática. E diante deste os objetivos específicos:

- Propor uma sequência didática com foco nas relações CTS e na abordagem das questões sociocientíficas para trabalhar a temática alimentação saudável;
- Mapear concepções prévias dos estudantes a respeito da temática e dos conceitos químicos associados.
- Identificar as principais relações semânticas na resolução de uma QSC por estudantes do Ensino Médio.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Discursos voltados para uma educação científica mais atrativa, humana, contextualizada e que desenvolva nos alunos um pensamento crítico não são algo novo, e sim uma preocupação que surgiu ainda no século passado e ganhou força com a criação da Lei nº 9.394/1996 (a LDB de 96) e dos PCN (1998). Estes documentos oficiais buscam o ensino voltado para o contexto social dos alunos e apontam para importância quanto à relação e interpretação destes contextos no âmbito da educação científica e para a compreensão das relações entre ciência e tecnologia junto às questões sociais (MUNDIM e SANTOS, 2012).

É nesse sentido que o enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) ganhou espaço e desenvolveu-se, surgido mais especificamente na década de 70, fundamentado nas discussões de grupos sociais, sobretudo, ligados as críticas das consequências ambientais, vinculadas as investigações de Rachel Carson com o livro *Primavera Silenciosa* lançado em 1962 que denunciava os impactos sociais do uso do DDT e transformou a história mundial, e se destacou nas décadas subsequentes como uma alternativa de renovação curricular, abordando as esferas fundamentais à vida do aluno no ensino de Ciências, aproximando, assim, a ciência do contexto real dos alunos. No próximo tópico, discutiremos mais sobre os aspectos CTS e sua relação com as questões sociocientíficas (QSC).

2.1 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ASPECTOS CTS E AS QSC

De fato, o surgimento e desenvolvimento da perspectiva CTS que se disseminou para o mundo inteiro com o intuito de formar cidadãos críticos foi um grande avanço na área de ensino de Ciências, como afirma Martínez (2012, p.22)

[...] no mundo inteiro há uma emergência de se constituir um ensino de Ciências com enfoque CTS como área de pesquisa. Nesse sentido, diferentes trabalhos defendem a importância da formação crítica de todos os cidadãos em questões de ciência e tecnologia no contexto do compromisso e da responsabilidade individual e social. Importantes precursores dessa área (Solomon, 1993; Aikenhead, 1994) argumentaram a necessária compreensão da ciência e da tecnologia como um empreendimento social e complexo, que exige a formação de sujeitos comprometidos com o exercício da cidadania na medida em que agem criticamente.

Entre as produções iniciais de destaque nos estudos CTS, pode ser citado o trabalho de Ziman (1980 *apud* Martínez, 2012), no qual apresenta o primeiro mapeamento das estratégias desse enfoque, em que foram caracterizadas sete abordagens do ensino CTS (Relevante, Vocacional, Interdisciplinar, Histórica, Filosófica, Sociológica e Problemática). E

no âmbito dessa discussão e categorização apresentadas pela autora, abre-se espaço para ressaltar a importância que essas abordagens poderiam ter para o currículo do ensino de Ciências. O Quadro 1 apresenta a síntese dessa discussão e a categorização de abordagens no campo CTS elaborada pela autora:

Quadro 1: Abordagens com enfoque CTS

Abordagens CTS no ensino de Ciências	Características centrais das abordagens
Relevante	Foca em abordar aplicações científicas e tecnológicas na sociedade com o objetivo de aumentar o interesse dos estudantes sobre a ciência e dessa forma favorecer melhores aprendizados.
Vocacional	Tem o objetivo de tornar os estudantes futuros profissionais das ciências, das tecnologias ou das engenharias.
Interdisciplinar	Busca o estabelecimento de relações entre diferentes disciplinas científicas no intuito de favorecer uma compreensão social da ciência.
Histórica	Aborda aspectos históricos das ciências para entender a evolução e as transformações sociais do progresso científico.
Filosófica	Aborda a reflexão sobre os critérios de demarcação do conhecimento científico e a compreensão da natureza da ciência.
Sociológica	Foca em analisar a construção social da ciência em termos de implicações políticas e econômicas.
Problemática	Aborda questões controversas de ciências na sociedade conforme aspectos internos e externos do progresso científico.

Fonte: Martinez (2010 apud MARTÍNEZ, 2012, p 13)

Como podemos perceber na abordagem “problemática”, o enfoque CTS busca uma educação científica para o público de uma forma geral, lançando mão para isso de temas ligados à ciência e à tecnologia, mas que também trazem em sua natureza possíveis dilemas sociais.

É nesse contexto, dentro das antigas publicações do enfoque CTS que as questões sociocientíficas ganham espaço de estudo dentro da área de Ensino de Ciências (MENDES e SANTOS, 2013). Neste enfoque, o currículo é pensado de forma a preparar o aluno para desenvolver o seu papel de cidadão, pois como afirmam Santos e Mortimer (2000, p. 119), baseados em alguns autores, “[...] Os currículos de CTS se articulam em torno de temas científicos ou tecnológicos que são potencialmente problemáticos do ponto de vista social”, e assim atingindo o que é proposto pelo currículo nacional por meio da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que estimula o debate e contextualização da ciência e tecnologia, recorrendo para isso a “[...] temas contemporâneos que afetam a vida humana em escala local,

regional e global, preferencialmente de forma transversal e integrador (BRASIL, 2018, p. 19)”. Discutir esses temas propicia ao aluno “[...] participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental (BRASIL, 2018, p. 559).

Apesar da sua importância ao longo dos anos esta perspectiva apresentou lacunas que abriram espaço para a adição da discussão quanto a importância da dimensão ambiental, sobretudo no contexto dos anos 90, que acabou ganhando maior repercussão, por conta do crescimento do movimento ambientalista no Brasil e no mundo, e por isso foi acrescido à sigla a letra “A”, para dar destaque a ambiente, tornando-se CTSA, inicialmente no Canadá e na Índia e, posteriormente em outros países.

Para alguns autores defensores desse slogan, (PEDRETTI et al. 2006; PEDRETTI, NAZIR, 2011), a incorporação da letra “A” de ambiente para tornar-se CTSA, vem para responder aos anseios de dar maior ênfase às consequências ambientais do desenvolvimento científico e tecnológico. Embora, compreendam que CTSA tem origem em CTS, defendem que a expressão CTSA, representa um avanço no movimento inicial, sanando as lacunas surgidas no decorrer dos anos, principalmente em relação a vertente ambiental.

Para outros autores (SANTOS, 2007; SANTOS, MORTIMER, 2009; PALÁCIOS, GALBARTE E BAZZO, 2005; REGIS, BELLO, 2011; AULER, DELIZOICOV, 2006) essa incorporação é desnecessária, uma vez que as consequências ambientais foram uma parte essencial das relações CTS, desde suas origens, sobretudo, ligadas as investigações de Rachel Carson (1980) com o livro Primavera Silenciosa que denunciava os impactos do uso do DDT e que teve um papel essencial nas críticas que surgiram no início do movimento.

Esses autores que defendem a sigla original do movimento, compreendem que a dimensão ambiental já está contemplada nas discussões sociais, tendo em vista como afirma Martínez (2012, p.12) desde seus primórdios: “[...] o movimento CTS foi se constituindo no ensino, levando em consideração os problemas socioambientais alertados pelos movimentos ambientalistas e sociais”, logo a vertente ambiental já faz parte das discussões do movimento CTS desde seu início enraizado na educação ambiental. Nessa mesma perspectiva, Santos (2007, p.01) aponta que:

Em tese, pode-se dizer que, pela sua origem, todo movimento CTS incorpora a vertente ambiental à tríade CTS. Ocorre que discussões sobre CTS podem tomar um rumo que não, necessariamente, questões ambientais sejam consideradas ou priorizadas e, nesse sentido, o movimento CTSA vem resgatar o papel da educação ambiental (EA) do movimento inicial de CTS.

Embora, a expressão inicial CTS não despreze as discussões ambientais e haja um objetivo comum em ambas as abordagens CTS ou CTSA: a formação para a cidadania. Do ponto de vista da ênfase curricular há um pequena diferença: o objetivo principal dos currículos CTS é o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão. Enquanto que o objetivo central do currículo com ênfase em CTSA se acrescenta aos propósitos de CTS a ênfase em questões ambientais, visando a promoção da educação ambiental (SANTOS, 2007).

Compreendemos que ambas as siglas se referem a mesma abordagem, em todo esse trabalho adotaremos a sigla CTS para se referir aos dois movimentos CTS/CTSA, nos mantendo fiéis a sigla inicial. Apesar de sua importância, no que diz respeito ao Ensino de Ciências, a perspectiva CTS esbarra em uma questão bastante relevante nos dias atuais que é o despreparo dos profissionais da educação para abordarem temas sociais ou socioambientais, tendo em vista que não foram preparados nem estão habituados com isto. Como afirmam Santos e Carvalho (2012, p.02) “Envolver-se em um campo vasto, dinâmico e plural, como o da Educação CTS, requer um movimento contrário ao tradicionalmente instaurado na escola básica, no ensino superior, bem como um olhar crítico na ciência como é desenvolvida e divulgada”. Aspectos que corroboram com isto são apresentados também por Martinez (2012) quando este afirma que os professores de ciências, em virtude de possuírem uma formação mais voltada para área técnica de suas matérias com uma ligeira deficiência em aspectos pedagógicos, não são preparados para trabalhar em suas aulas aspectos fundamentais para aplicação da perspectiva CTS.

É nesse cenário que surgem como alternativa para esse problema, agora de forma independente, as Questões Sociocientíficas (QSC), também denominadas como Questões Controversas, temas controversos ou temas sociocientíficos. Embora suas origens confundam-se com as origens do movimento CTS e, que inicialmente, tais questões tenham sido propostas como forma de implementar esse movimento na educação científica, estudos como o de Zeidler et al (2005), e autores sobretudo na literatura internacional, vem apresentando a abordagem de QSC como algo mais amplo do que a abordagem CTS, por ir além das discussões sobre impactos e relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente e incorporar a essas discussões valores morais, éticos e controvérsias que discutem pontos e contrapontos da ciência na vida do ser humano.

Questões sociocientíficas (QSC), tradução do termo em inglês *socioscientific issues* (SSI), são questões “[...] que se caracterizam por envolver dimensões econômicas, políticas, históricas, culturais, sociais, éticas e ambientais relativas à ciência e à tecnologia” (RATCLIFFE, GRACE, 2003 *apud* BEZERRA, AMARAL, 2015, p 2). Tais questões não se

limitam apenas a discussão de aspectos da abordagem CTS. Para Bortoletto e Carvalho (2012, p. 144):

As questões sociocientíficas são caracterizadas como temas científicos-tecnológicos de fronteira da ciência, como por exemplo, pesquisas com células troncos, xenotransplantes, aquecimento global, vacinas dentre outros. São temáticas que a priori não tem solução, mas que o processo de entendimento exige dos cidadãos o uso do conhecimento científico escolar, uma concepção de ciência como atividade humana, do raciocínio ético e moral e de competência argumentativa.

Martínez (2012, p. 25) ainda pontua que “as QSC abrangem controvérsias sobre assuntos sociais que estão relacionados com conhecimentos científicos da atualidade e, portanto, em termos gerais são abordados nos meios de comunicação de massa (rádio, TV, jornal e internet)”. Nessa perspectiva são características das QSC, segundo Ratcliffe e Grace (2003 *apud* BEZERRA e AMARAL, 2019, p 42):

[1] Podem ser abordadas por diferentes ângulos e são compreendidas frequentemente nas fronteiras de conhecimentos científicos de diferentes áreas; [2] Envolvem formar opiniões, tomar decisões em nível pessoal ou social; [3] São frequentemente relatadas pela mídia, contudo é comum a apresentação de problemas com base “nas intenções do comunicador”; [4] Tratam de informações que trazem conflitos e incompletudes inerentes às evidências e relatórios científicos; [5] Abordam problemáticas de dimensões local, nacional e global envolvendo aspectos políticos e sociais concomitantes; [6] Envolvem alguma análise de custo e benefício em que o risco implica em questões de valores; [7] Podem envolver considerações sobre o desenvolvimento sustentável; [8] Envolvem valores e raciocínio ético; [9] Podem exigir alguma compreensão de probabilidade e risco; [10] São frequentemente tópicos que se relacionam com a vida cotidiana.

Vale destacar que muitas questões sociocientíficas têm em si uma natureza controversa e, por isso, em meio as discussões, podem aparecer diferentes pontos de vista e emergir diferentes visões que enriquecem a discussão, motivo pelo qual se considera que essa abordagem estimula o debate e conseqüentemente a argumentação (MENDES e SANTOS, 2013).

Ciente da importância das Questões sociocientíficas, Bortoletto e Carvalho (2012) afirmam que as entender-las irá proporcionar aos alunos participarem e argumentarem em sala de aula, permitindo que estes alcancem um desenvolvimento não apenas no que tange a aspectos científicos, mas também morais e futuramente, venham a tornar-se cidadãos críticos e conscientes.

Em uma sociedade marcada por avanços tecnológicos, discutir a respeito de ciência e tecnologia remete a considerações significativamente favoráveis ao desenvolvimento do pensamento crítico na atualidade. Se por um lado leva-nos a refletir sobre a importância dos

avanços propiciados pela ciência e Tecnologia (CT), como o desenvolvimento de celulares cada vez mais avançados e multifuncionais, *laptops* a cada dia mais leves e modernos, carros automáticos, entre muitos outros avanços considerados hoje indispensáveis para a humanidade. Por outro, nos leva a pensar em outras questões mais profundas decorrentes desse avanço, como a exclusão digital na sociedade da informação, o consumismo exagerado fruto do capitalismo, desigualdades sociais, desenvolvimento e subdesenvolvimento, entre outros impactos e influências desses processos.

E ainda, questões como danos ambientais significativos, que a união de ciência e tecnologia tem ocasionado e como a política e o capitalismo impactam diretamente nessas questões. Guerras e grandes catástrofes, como as ocorridas em meados do século passado, os ataques com bombas nucleares que destruíram as cidades de Hiroshima e Nagasaki (1945), o acidente nuclear de Chernobyl (1986), o acidente com o césio 137 (1987), em Goiânia, e mais recentemente, o rompimento das barragens de rejeitos de minérios em Mariana (2015) e em Brumadinho (2019), entre muitos outros que, além de causar danos significativos ao ambiente, também causaram inúmeras mortes, afetando significativamente a sociedade.

Uma vez que a sociedade é afetada seja positivamente ou negativamente, por essa união, é importante que esses temas sejam discutidos em sala de aula, explorando todos os aspectos possíveis, levando o aluno a discutir sobre aquilo que ele escuta e observa seja em seu meio social ou nos mais variados meios de comunicação. De forma que, por meio da educação científica pautada em discussões dessa natureza, o estudante possa argumentar e expor sua opinião, já que de uma forma ou de outra isso faz parte do seu cotidiano. Isso corrobora com o que está contido na BNCC (2018):

Em um mundo repleto de informações de diferentes naturezas e origens, facilmente difundidas e acessadas, sobretudo, por meios digitais, é premente que os jovens desenvolvam capacidades de seleção e discernimento de informações que lhes permitam, com base em conhecimentos científicos confiáveis, investigar situações-problema e avaliar as aplicações do conhecimento científico e tecnológico nas diversas esferas da vida humana com ética e responsabilidade. [...] A compreensão desses processos é essencial para um debate fundamentado sobre os impactos da tecnologia nas relações humanas, sejam elas locais ou globais, e suas implicações éticas, morais, culturais, sociais, políticas e econômicas, e sobre seus riscos e benefícios para o desenvolvimento sustentável e a preservação da vida no planeta. (BRASIL, 2018, p.558)

É essencial falar de ciência e tecnologia e suas relações com a sociedade para que o aluno não se restrinja a enxergar unilateralmente o lado positivo ou negativo destas questões, mas, compreenda sua importância e consiga enxergá-la no seu cotidiano. Infelizmente, no atual sistema de ensino, com as publicações científicas reforçando muitas vezes, apenas uma visão cientificista, torna-se cada vez mais difícil falar de questões sociocientíficas,

principalmente em sistemas de ensino fundamentalmente memorísticos e tradicional focado em passar os conteúdos programáticos, para que o aluno possa reproduzi-los na sua vida social, mesmo que ele não tenha tido aparatos suficientes para compreender esse vínculo que deveria ter sido estimulado no ambiente escolar, capacitando-o assim a discutir sobre tais (MARTÍNEZ, 2012).

Compreender o que é a abordagem CTS e também o que é a abordagem QSC é de extrema importância para não haver confusões entre elas, mesmo que seja extremamente complexo defini-las. Alguns autores, como Santos e Mortimer (2009), Azevedo et al (2013), Santos e Carvalho (2012) e Lopes e Carvalho (2012), Martinez (2012) defendem que as QSC são uma estratégia que visa a implementação de um currículo voltado a perspectiva CTS, como uma forma de alcançar os objetivos dessa abordagem. No entanto existe também outra linha de pensamento que defende que mesmo que tenha existido uma relação entre as Questões sociocientíficas e as pesquisas anteriores em CTS, estas são abordagens completamente diferentes, como Zeidler et al (2005). Enquanto que a abordagem CTS se preocupa em estimular o interesse dos alunos por conteúdos científicos situados no contexto social e assim trabalhar as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, a abordagem de QSC amplia e incorpora a essa discussão a preocupação com valores éticos e morais e em deixar claro nessa relação intrínseca existente entre a ciência e a sociedade, como os impactos relacionados as decisões tomadas afetam esses valores, e por isso simbolizaria um avanço em relação a primeira (MENDES e SANTOS, 2013).

Ainda em relação a essa diferenciação entre CTS e QSC Zeidler et al. (2005, p.357) evidencia com bastante coerência essa distinção:

A educação CTS, como tipicamente praticada, não parece incorporada em um desenvolvimento ou quadro sociológico que considere explicitamente o psicológico e epistemológico crescimento da criança, nem o desenvolvimento de caráter ou virtude. Em contraste, o movimento QSC centra-se em capacitar os alunos a considerar como as questões baseadas na ciência refletem, em parte, a moral, os princípios e elementos da virtude que englobam suas próprias vidas, bem como mundo social em torno deles (ZEIDLER et al, 2005, p.357, tradução nossa).

Zeidler et al. (2005) deixa bem claro que apesar de consolidada e com fiéis defensores a abordagem CTS falha no que se refere a não possuir um único foco e sim um pluralismo incoerente, inclusive reconhecido pelos seus defensores, o que gera, do ponto de vista de sua inserção na sala de aula, dificuldades pedagógicas quanto ao planejamento e desenvolvimento de estratégias coerentes com os pressupostos do movimento dado esse pluralismo.

É necessário frisar que uma das principais limitações da abordagem CTS é a ideia de mostrar como a ciência afeta a tecnologia e de como a tecnologia afeta a sociedade,

desconsiderando a complexidade dessas relações e sem se preocupar com o impacto que isso traz sobre os valores das pessoas, pois com isso é passado a falsa imagem de que a ciência está pronta, com conteúdos acabados ou que exista uma hierarquização entre aqueles pilares.

O modelo reforçado no ensino tradicional, quando a maioria dos conteúdos é trabalhadas na sala de aula distanciada da realidade dos alunos, torna a ciência algo não atrativo e de difícil compreensão. Por isso, trabalhar com QSC pode contribuir para aproximar a ciência dos alunos, proporcionando assim o levantamento de questionamentos por parte daqueles, pois os conteúdos são vinculados nos mais variados meios de comunicação e de alguma forma fazem parte dos diferentes contextos vivenciados por eles, isso aproxima a ciência da vida deles e facilita a discussão, uma vez que se leva em consideração diferentes pontos de vista, inclusive ideias não científicas e todo o aporte pedagógico que estas questões suscitam.

2.2 ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL: UMA CONTROVÉRSIA SOCIOCIENTÍFICA

A humanidade ao longo dos anos passou por diversas transformações e a alimentação acompanhou tais mudanças, o que nos primórdios consistia apenas em uma atividade fundamental a vida, se transforma na atualidade em uma das controvérsias mais fortemente discutidas nos meios sociais. O ato de alimentar-se é inerente ao ser humano por diversas razões, a principal delas logicamente são os aspectos biológicos, mas como afirma Proença (2010, p 43) essa atividade humana vai além e envolve também “[...] aspectos econômicos, sociais, científicos, políticos, psicológicos e culturais fundamentais na dinâmica da evolução das sociedades”.

A história da alimentação se confunde com a da humanidade de forma geral, esta é complexa e por ser uma necessidade básica a vida, é influenciada e influencia nas transformações sociais. As grandes evoluções humanas ocorrem em primeiro momento por causa desta. Na pré-história, o homem era nômade, mudava-se constantemente de território em busca de alimentos, com uma alimentação fundamentalmente baseada em alimentos *in natura* que encontrava nos locais que habitava, ao longo da evolução, o homem passou a cultivar e produzir seu próprio alimento e por isso passou a habitar em local fixo. Com o passar dos anos, a indústria passou a produzir alimentos em grande escala e repletos de conservantes, assim não havia mais a necessidade de cozinhar todos os dias, os alimentos prontos industrialmente passaram a compor a alimentação da maioria das pessoas, com isso as mulheres que anteriormente eram as principais responsáveis por produzir o alimento passaram a ter liberdade para trabalhar fora.

Junto da evolução proporcionada por os alimentos industrializados entra em cena também as doenças causadas pelo consumo destes, a obesidade e alguns tipos de câncer, passou a ser comum na sociedade atual, assim como a desnutrição, a bulimia e anorexia em busca do corpo perfeito. Se por um lado comer demais é o problema, por outro o medo de alimentar-se em busca do corpo perfeito socialmente falando, passa a ser também um dilema social. Nesse cenário, todos os olhos se voltam novamente para a alimentação, a forma certa de alimentar-se, a alimentação considerada saudável.

A alimentação saudável é um dos maiores dilemas da humanidade atualmente, porque no decorrer dos anos, estudos começaram a apontar a má alimentação como responsável direta por uma série de doenças da contemporaneidade. Dentre elas, a mais citada e preocupante, por levar a morte várias pessoas por ano, é o câncer em seus vários tipos. Como afirma o livro “*Desmistificando dúvidas sobre a alimentação e nutrição*”, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2016, p 38) “Uma alimentação saudável contribui também para a proteção contra as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como diabetes, hipertensão arterial, acidente vascular cerebral, doenças cardíacas e alguns tipos de cânceres, [...]” que estão entre as principais causas de mortes no Brasil e no mundo, além de prevenir doenças infecciosas, prevenir deficiências nutricionais e, conseqüentemente, doenças associadas e fortalecer o sistema imunológico.

Antigamente se alimentar estava baseado apenas no paladar, no quanto aquele alimento agradava em sabor ou desagradava, atualmente entra em cena muitas outras discussões quando o assunto é alimentação. Sobre isso, Schwarcz (2010, p. 09) afirma que:

Comer costumava ser simples. Contanto que a comida fosse gostosa, parecesse razoavelmente apetecível e fosse abundante, estávamos satisfeitos. Mas depois a ciência entrou em cena, e de repente sentar-se à mesa tornou-se uma experiência de laboratório- e, aliás, das mais desnorteantes.

A alimentação e a Química estão intrinsicamente ligadas, uma vez que “A cozinha guarda em si a fantástica possibilidade de conhecermos, cheirarmos e manipularmos moléculas, pois os alimentos que ingerimos nada mais são que moléculas preparadas e quando reconhecidas pelo nosso organismo se tornam responsáveis pela vida” (LUCA e SANTOS, 2010, p. 45).

Inicialmente precisamos destacar que responder a questionamentos como: O que é um alimento? O que é uma alimentação saudável? O que configura uma má alimentação? Quem define se um alimento é saudável ou não? Quais parâmetros são usados para tal? Entre muitos outros, aparentemente parece fácil, mas não é. Isso se deve principalmente ao fato de que este

tema não possui resposta única ou fixa. Diariamente os cientistas buscam por meio dos mais variados estudos apontar se determinada forma de alimentar-se é realmente a mais indicada para prevenir doenças, e divergem em opiniões, no entanto, todos concordam que para garantir a longevidade a humanidade precisa alimentar-se de forma saudável.

No entanto, antes de adentrar mais profundamente as discussões sobre alimentação saudável é necessário entender o que é um alimento. De acordo com SESC (2003, p.10) alimentos “[...] são substâncias que visam promover o crescimento e a produção de energia necessária para as diversas funções do organismo”. Sendo assim, são fundamentais para sobrevivência e manutenção das espécies e por isso é muito importante que sejam escolhidos conscientemente, já que são as únicas fontes de nutrientes essenciais ao bom funcionamento do organismo. Sobre os nutrientes os autores pontuam que estes são “[...] substâncias que estão presentes nos alimentos, e são utilizadas pelo organismo. Os nutrientes são: proteínas, carboidratos, gorduras, vitaminas e sais minerais (SESC,2003, p.10).”

Pensando principalmente na influência direta da alimentação com a saúde a Organização Mundial da Saúde (OMS) orienta aos governantes que produzam diretrizes alimentares para sua população baseado em seus costumes e hábitos:

A organização mundial da saúde (OMS) recomenda, por meio da estratégia Global para a Promoção da alimentação saudável, atividade Física e saúde, que os governos formulem e atualizem periodicamente diretrizes nacionais sobre alimentação e nutrição, levando em conta mudanças nos hábitos alimentares e nas condições de saúde da população e o progresso no conhecimento científico. Essas diretrizes têm como propósito apoiar a educação alimentar e nutricional e subsidiar políticas e programas nacionais de alimentação e nutrição (BRASIL, 2014, p.07).

Para alcançar tais recomendações o Ministério da Saúde lançou em 2006 o primeiro *Guia Alimentar para a população Brasileira*¹, que trazia as diretrizes alimentares oficiais para essa população, no entanto, em virtude das constantes “[...] transformações sociais vivenciadas pela sociedade brasileira, que impactaram sobre suas condições de saúde e nutrição, fez se necessária a apresentação de novas recomendações” (BRASIL, 2014, p. 06). Diante disto a partir de consultas públicas e tentando atender a nova demanda da sociedade, lançou-se em 2014 a segunda edição desse guia, que foi formulado baseado em 5 princípios: **Alimentação é mais que ingestão de nutrientes; Recomendações sobre alimentação devem estar em sintonia com seu tempo; Alimentação adequada e saudável deriva de**

¹ O Guia é um documento oficial elaborado pelo Ministério da Saúde e disponibilizado gratuitamente. A versão atual pode ser consultada na íntegra por meio do link http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf ou em www.saude.gov.br/nutricao.

sistema alimentar socialmente e ambientalmente sustentável; Diferentes saberes geram o conhecimento para a formulação de guias alimentares; Guias alimentares ampliam a autonomia nas escolhas alimentares.

O guia alimentar é um documento oficial do Ministério da saúde e enfatiza recomendações e questões ligadas a uma alimentação adequada para todos os brasileiros. Ressaltando que:

A alimentação adequada e saudável é um direito humano básico que envolve a garantia ao acesso permanente e regular, de forma socialmente justa, a uma prática alimentar adequada aos aspectos biológicos e sociais do indivíduo e que deve estar em acordo com as necessidades alimentares especiais; ser referenciada pela cultura alimentar e pelas dimensões de gênero, raça e etnia; acessível do ponto de vista físico e financeiro; harmônica em quantidade e qualidade, atendendo aos princípios da variedade, equilíbrio, moderação e prazer; e baseada em práticas produtivas adequadas e sustentáveis (BRASIL, 2014, p.08).

O Ministério da Saúde define como uma refeição saudável aquelas refeições “[...] preparadas com alimentos *in natura* e minimamente processados, com qualidade e quantidade adequada aos ciclos da vida, compondo refeições coloridas e saborosas, que incluem alimentos tanto de origem vegetal quanto animal” (BRASIL, 2016, p.38)

Novamente preocupado com a alimentação da população brasileira, em 2017, o Ministério da Saúde lançou a versão de bolso do Guia Alimentar para a população Brasileira, intitulado *Guia alimentar- Como ter uma alimentação saudável*. Este documento traz um teste composto por 18 questões sobre a alimentação para a população que tem idade entre 20 e 60 anos, no intuito de que a partir dos resultados, a população comece a pensar os seus hábitos alimentares. Traz também os 10 passos para ter uma alimentação saudável e mais de 50 sugestões de alimentos para montar um cardápio de uma alimentação saudável de acordo com a variedade regional. Segundo este documento uma alimentação saudável é aquela que apresenta as seguintes características: “[...] é acessível e não é cara, valoriza a variedade, as preparações alimentares usadas tradicionalmente, é harmônica em quantidade e qualidade, naturalmente colorida e segura sanitariamente” (BRASIL, 2017, p. 15). Essas características podem ser resumida na figura 1, a seguir:

Figura 1: Características de uma alimentação saudável



Fonte: Brasil, 2017

Uma das características apresentadas no esquema acima que se refere a questão da alimentação saudável ser acessível financeiramente, trata-se de uma controvérsia muito forte quando se trata do tema Alimentação Saudável e é também a principal desculpa utilizada por aqueles que assumidamente não tem hábitos alimentares saudáveis.

Reforçada pela ideia errônea de que alimentos saudáveis são mais caros do que os demais, muitas pessoas deixam de consumir alimentos benéficos a saúde por considerarem que não possuem condições financeiras para manter uma alimentação de tal forma, baseados no preço de alimentos ultraprocessados, usados por pessoas que estão na mídia ou em dietas para emagrecimentos que possuem valor econômico elevado. Na verdade, o que foi comprovado pelo IBGE, é justamente o contrário, na realidade, consumir alimentos *in natura* ou minimamente processados, o que configura alimentos pertencentes a uma alimentação saudável, é além de benéfico para a saúde também mais barato (BRASIL, 2017).

Outro ponto que se deve levar em consideração é variedade regional. Sendo o Brasil composto por uma variedade muito grande de povos, oriundos de diferentes países é comum que esse fato se reflita também na alimentação, por isso é possível encontrar mesmo dentro do mesmo país em cada região uma diferença muito significativa na forma de alimentar-se da sua população.

Isso porque como afirma Luca e Santos (2010) a alimentação é composta pelos aspectos sociais, culturais e econômicos, e por isso cada região possui uma alimentação marcada pelas características pertinentes aos grupos sociais que a compõem. É a influência do contexto social, histórico e cultural sobre os aspectos alimentares de cada indivíduo. Nesse sentido, é lógico que a alimentação de povos Quilombolas, fortemente marcado por raízes africanas seja diferente da alimentação indígena, por exemplo, mas ambas igualmente ricas nutricionalmente.

As discussões a respeito do tema alimentação saudável continuam fazendo parte das principais preocupações do Ministério da Saúde. Em 2016, a Coordenação-Geral de Alimentação e Nutrição do Ministério da Saúde (CGAN/DAB/SAS/MS) em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e com o apoio da Organização Pan-Americana da Saúde (Opas/Brasil) lançou alguns materiais de apoio ao Guia alimentar da população Brasileira, no intuito de proporcionar a essa população informações suficientes para que os indivíduos adotem hábitos alimentares saudáveis, tendo em vista que os índices de obesidade, desnutrição e DCNT tem crescido de forma alarmante ao longo dos anos. Entre os materiais propostos estão os livros:

- **Desmistificando dúvidas sobre alimentação e nutrição:** que traz discussões a respeito de dietas da moda, famosas por estarem constantemente na mídia e fazerem parte da alimentação de celebridades, como a dieta DUKAN, dieta sem glúten, sucos detox, etc., que prometem um emagrecimento rápido e milagroso. Também são discutidos outros questionamentos e dúvidas constantes sobre o tema.
- **Na cozinha com as frutas, legumes e verduras:** focado na diversidade regional, o livro traz sugestões e informações acerca de uma variedade de alimentos *in natura* ou minimamente processados (frutas, legumes e verduras) que proporcionam aos brasileiros ideias para montarem diferentes cardápios saudáveis. Traz também dicas de higienização, de como comprar esses alimentos com menor preço e preparações para diversificar o uso no dia a dia.
- **Instrutivo: metodologia de trabalho em grupos para ações de alimentação e nutrição na atenção básica:** esse material na verdade, é destinado aos profissionais da saúde, que atuam no Sistema Único de Saúde (SUS) no intuito de servir de apoio e orientação para abordar o tema alimentação saudável, trazendo informações relevantes e propostas de metodologias, como sete oficinas e formas de avaliação, com subsídio teórico para abordagem do tema.

Embora, como apresentamos até aqui, discussões sobre a alimentação saudável constituam uma preocupação de órgãos governamentais e profissionais da saúde em geral e por isso seja de conhecimento popular, os níveis de problemas relacionados a má alimentação tem crescido alarmantemente na contemporaneidade, o que demonstra que a população, fundamentada em informações equivocadas, ignora completamente práticas alimentares mais saudáveis. Diante disso, discutir isso em sala de aula, com base em QSC, pode além de conscientizar sobre a temática, trabalhando as controvérsias inerentes a ela, favorecer a

aprendizagem tanto de conceitos químicos (elementos, substância, tabela periódica) quanto do próprio conceito de alimentação saudável e sua importância social.

No tópico seguinte, discutiremos os aspectos metodológicos da investigação explicitando desde a natureza da pesquisa, contexto e sujeitos até a sequência de ensino e aprendizagem elaborada e aplicada e a forma de análise dos dados.

3 CAMINHO METODOLÓGICO

Este estudo tem como objetivo analisar sentidos e significados na resolução de questões sociocientíficas sobre alimentação saudável. Ainda, buscamos identificar como estudantes compreendem conceitos químicos associados a temática, como o conceito de elementos Químicos e Tabela Periódica.

A partir deste objetivo nos propomos a realizar uma pesquisa de natureza qualitativa por entender que se tratar da forma de abordagem mais adequada para ser utilizada quando se refere a análise de aprendizagem, em que o aluno como ser social não pode se dissociar do mundo em que está inserido. Sobre isso a abordagem qualitativa de acordo com Podanov e Freitas (2013, p.70) é aquela que “considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números”.

Metodologicamente trata-se de uma pesquisa caracterizada como pesquisa de campo, sobre a qual Podanov e Freitas (2013, p.59) define que “Consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que presumimos relevantes, para analisá-los”

Este tipo de pesquisa segundo os autores (PODANOV e FREITAS, 2013) obedece às seguintes fases: Estudo bibliográfico sobre o tema para determinação do problema; Determinação das técnicas de construção de dados de acordo com a natureza da pesquisa e por último determinação das técnicas de registro dos dados e análise. Nesse sentido, como a presente pesquisa obedeceu a todas as fases propostas, se enquadra facilmente dentro de uma pesquisa de campo.

3.1 CONTEXTOS E SUJEITOS

A pesquisa foi realizada em uma escola de ensino regular do interior do estado de Pernambuco, no município de Serra Talhada-PE, tendo como sujeitos da pesquisa 37 alunos do primeiro ano do Ensino Médio Inovador (EMI), no contexto de realização do programa Residência Pedagógica da Universidade Federal Rural de Pernambuco/ Unidade Acadêmica de Serra Talhada.

O EMI é um programa do Ministério da Educação regulamentado pela Portaria nº 971, de 9 de outubro de 2009, no intuito de fortalecer propostas inovadoras em currículos de ensino médio de escolas regulares

O Programa visa apoiar as Secretarias Estaduais de Educação e do Distrito Federal no desenvolvimento de ações de melhoria da qualidade do ensino médio não profissionalizante, com ênfase nos projetos pedagógicos que promovam a educação científica e humanística, a valorização da leitura, da cultura, o aprimoramento da relação teoria e prática, da utilização de novas tecnologias e o desenvolvimento de metodologias criativas e emancipadoras (Brasil, 2009, p.01).

Para fins de realização, a pesquisa foi elaborada e desenvolvida em duas etapas: Elaboração da sequência didática e aplicação, a serem descritas a seguir, com posterior análise dos dados:

3.1.1 Elaboração da sequência didática

Antes da elaboração da sequência didática (SD), inicialmente ocorreu a determinação da abordagem de ensino a ser utilizada, seguida da definição do conteúdo e tema a ser analisado, no caso Alimentação saudável, dentro dos conteúdos Elementos Químico e Tabela Periódica.

Para escolha dos conteúdos, levou-se em consideração principalmente a importância singular da aprendizagem de ambos (Elementos Químicos e Tabela periódica) considerados conteúdos estruturantes para a compreensão por parte dos alunos de conteúdos químicos futuros e as dificuldades de aprendizagem apresentadas por alunos em virtude da forma meramente memorística, nada atrativa e desconexa que estes conteúdos são normalmente trabalhados (GODOI, OLIVEIRA, CODOGNOTO, 2010; DANTAS et al, 2016) .

No tocante à escolha do tema, a principal preocupação foi que este se tratasse de uma controvérsia sociocientífica, o que justificaria a escolha da abordagem das questões sociocientíficas, focando em ser um tema atual e de conhecimento dos alunos e também motivador, para garantir que houvesse subsídios para discussões em sala de aula. E principalmente que houvesse relação direta com os conteúdos propostos.

A SD foi elaborada baseando-se no método 5E proposta por Patro (2008). Segundo Patro (2008, p.85, tradução nossa) “Ao contrário dos métodos tradicionais, como aulas expositivas, a abordagem 5E proporciona aos alunos a oportunidade de assumirem um papel mais ativo na aprendizagem” o que proporciona uma efetiva aprendizagem. Consiste em uma abordagem construtivista descrita por Bybee (2002) composta por cinco fases: engajamento, exploração, explicação, elaboração e avaliação (originalmente “avaliação” em inglês é Evaluation, por isso faz parte dos 5E).

A primeira etapa, denominada Engajamento, é aquela em que o tema vai ser apresentado ao aluno e é nesta que se busca desenvolver o interesse do aluno pela temática. Segundo Bybee (2002, p.32, tradução nossa) “O tema aqui pode ser: como eu explico essa situação?”.

A segunda etapa, a etapa de exploração, os alunos são confrontados com os equívocos identificados na etapa anterior, e assim percebem que suas explicações não são suficientes e válidas para elucidarem o fenômeno observado. Bybee et al. (2006, p.02) afirma que:

As experiências de exploração fornecem aos alunos uma base comum de atividades, na qual os conceitos atuais (isto é, equívocos), processos e habilidades são identificados e a mudança conceitual é facilitada. Os alunos podem concluir atividades laboratoriais que os ajudam a usar o conhecimento prévio para gerar novas ideias, explorar questões e possibilidades e projetar e conduzir uma investigação preliminar (BYBEE et al., 2006, p 02).

A terceira etapa consiste na fase de explanação ou explicação, é nesta que os alunos entram em contato direto com o conteúdo científico para, assim, obterem aparatos suficientes para identificarem seus equívocos e aprenderem conceitos científicos fundamentais para a resolução da problemática proposta. A ideia principal é que nesta fase os alunos consigam enxergar como as informações construídas nas fases anteriores se relacionam com o conhecimento científico (PATRO, 2008).

Na fase de elaboração, o objetivo “[...] é fazer com que os alunos expandam seus conhecimentos sobre o assunto” (PATRO, 2008, p 87, tradução nossa), lançando mão para isso dos aspectos teóricos aprendidos nas fases anteriores. Para isso os alunos realizam atividades buscando desenvolver “[...] uma compreensão mais profunda e abrangente, mais informações e habilidades adequadas. Os alunos aplicam sua compreensão do conceito realizando atividades adicionais” (BYBEE et al., 2006, p.2).

A última fase consiste na avaliação, inicialmente é necessário frisar que o aluno pode ser avaliado durante todo o processo e não necessariamente apenas nesta fase, mas é importante que ela ocorra. Na fase de avaliação a ideia seria observar como os alunos entendem e põe em prática os conceitos e habilidades adquiridos nas fases anteriores. Bybee et al. (2006, p.2) afirma que “A fase de avaliação incentiva os alunos a avaliar sua compreensão e habilidades e oferece oportunidades para que os professores avaliem o progresso do aluno para alcançar os objetivos educacionais”. O quadro 2 a seguir, apresenta as cinco fases do método 5E de forma resumida:

Quadro 2: Visão geral dos 5 Es

Engajar - apresenta o tópico de forma a excitar os alunos.
Explorar - oferece oportunidades para os alunos examinarem o tópico.
Explicação - fornece aos alunos uma descrição mais detalhada do tópico.
Elaborar - incentiva os alunos a investigar mais detalhadamente o tópico.
Avaliar - fornece um meio para avaliar a aprendizagem do aluno.

Fonte: Patro (2008, p. 85), adaptado

Posteriormente, descreveremos como ocorreu a aplicação da SD elaborada, bem como a construção dos dados a partir de momentos específicos desta (fase inicial de engajamento e fase de avaliação).

3.1.2 Aplicação da SD proposta

A aplicação da SD proposta ocorreu em uma turma do primeiro ano A de uma escola Estadual de Pernambuco. Foi inserida na grade curricular da disciplina de Química considerando parte dos conteúdos programáticos para o segundo bimestre do corrente ano letivo (2019) e foi realizada em 14 aulas de 50 min. cada, no turno da manhã. Contando com a participação dos 37 alunos que compunham a turma do EMI, duas residentes do programa Residência Pedagógica, entre elas uma das pesquisadoras, que ministraram as aulas e uma professora do ensino básico.

A construção dos dados foi realizada a partir dos seguintes instrumentos:

- Questionário diagnóstico escrito presente no Quadro 3 a seguir e debate, realizado no início da SD, sendo este composto por oito questões que versavam sobre o tema alimentação saudável.

Quadro 3: Questionário diagnóstico das concepções dos estudantes

Escola: _____	Série: 1º ano do Ensino Médio A
Aluno: _____	
Idade: _____	
<u>Questionário Diagnóstico</u>	
1. Qual a importância da alimentação para a nossa vida? 2. Que sentidos e/ou significados vem a sua mente quando você olha para cada uma das refeições representadas nas imagens I e II, a seguir? E qual dessas refeições representa melhor as suas escolhas quanto aos alimentos que consome no dia a dia? Justifique. I  II  3. Em sua opinião, o que é alimentação saudável? 4. Quais as características que você acredita que uma alimentação saudável possui? 5. No seu dia a dia, você acredita que possui uma alimentação saudável? Por quê? 6. Provavelmente em casa você já ouviu de algum familiar falar o quanto é importante comer feijão ou frutas e verduras, por exemplo, por que você acha que isso é tão importante? Justifique 7. Será que os alimentos que chegam a nossa casa estão realmente livres de qualquer contaminação? Justifique 8. No nosso dia a dia, que medidas podemos adotar para garantir que os alimentos que estamos ingerindo sejam livres de contaminação? 9. Para você o que é um elemento Químico? Você acredita que existe alguma relação entre elemento Químico e a nossa alimentação?	
Obrigada!!!!	

Fonte: Elaboração Própria

- Áudio e vídeo gravação das etapas da sequência para posterior transcrição e análise. Para isso foi solicitada a autorização dos pais ou responsáveis pelos alunos, mediante esclarecimento dos objetivos da pesquisa e garantia de que a identidade dos participantes seria preservada em todos os momentos (Cf. APÊNDICE 1)
- Resolução de duas QSC na fase de avaliação.

Para análise da SD, optamos por analisar o questionário diagnóstico dos estudantes presente na fase de engajamento e as interações discursivas presentes em dois episódios da resolução da QSC2 na etapa de avaliação, que são respectivamente interações iniciais da resolução da QSC2 e síntese da solução da QSC2, por compreender que em ambos os momentos emergiram diversos pontos de vista dos estudantes envolvendo a temática. A seguir, destacamos como os dados foram analisados em cada uma das etapas.

3.1.3 Metodologia de análise dos dados construídos a partir do questionário

O questionário foi aplicado individualmente após prévia leitura e explicação das questões. Para análise deste buscamos, mediante leitura minuciosa, identificar as principais concepções dos estudantes para, a partir destas mapear as concepções prévias destes a respeito da temática. Para isso, foi realizada leitura e releitura e em seguida a categorização das concepções. Ainda, buscamos discutir as principais concepções emergentes sobre a temática e destacar contradições presentes nas respostas dos estudantes.

3.1.4 Metodologia de análise dos dados construídos na resolução das QSCs.

Na etapa de avaliação optou-se por trabalhar adotando as questões sociocientíficas baseadas em casos. Sobre estas Zeidler et al. (2005) afirma que adotá-las em sala de aula ajudam a sanar as dificuldades metodológicas da abordagem CTS e por isso são mais atrativas aos estudantes e proporcionam uma aprendizagem mais completa, como pode ser visto no trecho a seguir:

Questões Baseadas em Casos reforçam a postura de que, para desenvolver cidadãos cientificamente alfabetizados, a comunidade de educação científica deve ir além das práticas anteriores do CTS, que geralmente não prestam atenção explícita ao crescimento moral da criança e, ao contrário, envolvem os alunos com os tipos de questões e problemas para refletir que envolvem tanto o intelecto quanto o senso de caráter. Estudos recentes [...] sugerem fortemente que os currículos que usam tais questões proporcionam um ambiente em que os alunos se envolvem em discursos e reflexões que afetam o desenvolvimento cognitivo e moral. (ZEIDLER et al. 2005, p 369, tradução nossa).

Vale salientar que os casos foram elaborados com algumas características de um bom caso propostas por Herreid (1998) no artigo “*What makes a good case?*” no entanto, optamos por não nos fidelizar a esta metodologia e e por isso no presente trabalho adotaremos apenas os termos QSC1 e QSC2, para nos referirmos a estes. As QSCs que serão analisadas podem ser encontradas no Quadro 4, a seguir:

Quadro 4: QSCs que compõem a fase de avaliação

QSC 1: Alimentos ricos em sódio – cortar da dieta ou consumi-los sem preocupação?

Em pesquisa recente realizada pela ANVISA em 15 estados brasileiros, com aproximadamente 500 amostras de alimentos industrializados, constatou-se níveis elevados de sódio na maioria. A falta ou o excesso de sódio nos alimentos podem acarretar diversos problemas de saúde.

Luíza, uma professora da rede estadual de Pernambuco, possui uma alimentação completamente desregrada, consumido diariamente, desde que começou a trabalhar, alimentos industrializados. Somado a isso o fato de não costumar tomar água e comer verduras. Após um tempo, Luíza começou a sentir se mal frequentemente o que começou a incomodá-la no trabalho. Preocupada com essa situação, ela decidiu procurar um médico da sua cidade:

Luíza: - Bom dia doutor Carlos, tenho me sentido muito mal e isso tem afetado o meu desempenho no trabalho. Ultimamente tenho notado meus pés e mãos inchados, bem como sentido muita sede, espasmos musculares, enjoo, dor de cabeça, visão embaçada e dificuldade de respirar.

Doutor Carlos: - Você poderia me falar como anda sua alimentação? Quais alimentos você normalmente costuma comer?

Luíza: - Bom doutor, como sou professora minha vida é muito agitada e não tenho tempo para preparar uma alimentação saudável, nem me exercitar. Normalmente eu costumo consumir alimentos prontos, como hambúrguer, macarrão instantâneo, pizza, lasanha congelada, batata frita.

Doutor Carlos:- Entendo Luíza. Para confirmar as minhas suspeitas em relação ao que você tem será necessário realizar alguns exames, no entanto acredito que o seu problema seja decorrente do excesso de sódio na sua alimentação, pois normalmente esses alimentos industrializados possuem alto teor deste elemento. O sódio em excesso provoca retenção de líquido no organismo o que ocasiona o inchaço, também aumenta a dilatação das artérias e aumenta pressão arterial. Recomendo que você altere sua alimentação e diminua a quantidade de sódio em seus preparos imediatamente.

Ao chegar em casa muito preocupada com o que havia escutado do médico Luíza decidiu começar a preparar seu próprio alimento antes de ir para o trabalho, parou de consumir alimentos industrializados e aboliu definitivamente o sal de cozinha (Cloreto de sódio iodado) e outros temperos com sódio dos seus preparos. Passou também a beber grandes quantidades de água. Com o passar dos dias ela percebeu melhora significativa em seus sintomas. No entanto, dois anos depois, passou a apresentar novos sintomas: Náuseas e vômitos, Dor de cabeça, Confusão mental, Perda de energia e fadiga, Inquietação e irritabilidade, Fraqueza, espasmos musculares e Cólicas. Além de estar ficando frequentemente gripada ou resfriada, com unhas quebradiças, pele seca e notou o surgimento de um nódulo na região da tireoide. Será que esse novo problema tem alguma relação com os primeiros sintomas de Luíza? Ou com sua nova dieta alimentar pobre em sódio?

Sem entender o que estava fazendo de errado ela procurou alguns colegas de trabalho que dão aula de Química, para lhes ajudarem a compreender o que estava ocorrendo com o seu organismo. Já que agora ela não via mais nenhum problema com sua dieta alimentar que pudesse lhe causar problemas de saúde. Vocês são os colegas de Trabalho de Luíza e devem explicar:

- O que ela fez de errado? É correto cortar totalmente determinados alimentos da dieta ou devemos consumi-los sem preocupação? Justifique.
- Quais as características químicas que o sódio possui? E o Iodo?
- A nova forma de alimentação dela pode ser considerada uma alimentação saudável? Por quê?

Se o consumo de sal realmente era a causa do problema por que Luíza agora apresenta novos problemas de saúde? O que pode está causando os novos sintomas e o que Doutor Carlos deve fazer para resolvê-los sem necessitar de fazer uso de medicamentos? Caso opte por continuar a dieta sem consumo de sal de cozinha, o que Luíza pode fazer para resolver seus novos sintomas?

QSC 2: Contaminação de alimentos por metais pesados.

O descarte de resíduos industriais é a principal fonte de contaminação dos rios e lençóis freáticos com metais pesados. Alguns processos de produção industrial (metalúrgicas, tintas, de cloro e plástico PVC) utilizam estes metais que, quando lançados irregularmente nos esgotos, contaminam os cursos de água. Entre os principais elementos tóxicos despejados estão: o mercúrio, chumbo, cádmio, arsênico, bário, cobre, cromo e zinco. Além das atividades industriais, a incineração de lixo urbano também produz fumaças ricas em metais, principalmente mercúrio, chumbo e cádmio.

Recentemente o rompimento da barragem de minérios da Samarco em Mariana-MG ocorrido em 5 de novembro de 2015 e o da Vale em Brumadinho-MG ocorrido em 25 de janeiro de 2019, tornaram-se um tema de grande preocupação, pois a “lama” é composta por metais como mercúrio, chumbo, níquel e Cádmio. Todos os metais resultantes destes processos podem ser solubilizados pela água, causando danos à saúde do homem e de animais, dado o potencial tóxico destes elementos. O contato com estas substâncias – seja por a ingestão da água ou de peixes contaminados – pode provocar sérios problemas, como disfunções do sistema nervoso e aumento da incidência de câncer.

Numa pequena propriedade de Mariana-MG há uma família de agricultores (José, Mariana e o filho) que, assim como diversas famílias da região, dependem das águas do rio Paraopeba, extremamente contaminado pelos rejeitos de lama oriundos de brumadinho. Os moradores dessa região e dos municípios vizinhos foram orientados a não consumir as águas do Rio Doce, fonte de renda de muitas famílias ribeirinhas e que abastecia de águas as famílias da região. Embora o governo tenha se disponibilizado a enviar carros pipa com água devidamente tratada para abastecer as famílias, ainda não é suficiente para dar conta de todas as atividades para as quais necessitam de água. Três anos já se passaram desde o rompimento da barragem de Mariana-MG e alguns meses após o ocorrido, seu José continuou irrigando sua plantação de hortaliças com as águas do Rio Doce e passou a fazer uso de diversos fertilizantes em sua plantação, sem nenhuma proteção. Recentemente, ele começou a se queixar de tosse constante, falta de ar e muita dor e foi diagnosticado com câncer de pulmão. Além dele, o filho também vem passando por problemas de saúde, começou a ter insônia, alucinações, cegueira e obstrução intestinal, sem motivos aparentes. O interessante é que o menino, não frequentava as plantações do pai, só consumia água mineral, e tinha uma alimentação saudável composta apenas de comida caseira feita por sua mãe, hortaliças plantadas na propriedade do pai e carnes e peixes do criador do seu tio em uma propriedade vizinha.

Existe a possibilidade de pai e filho terem sido contaminados por metais pesados? O que pode ter ocorrido em cada caso, se o menino não teve contato direto com a água do Rio Doce? Justifique. Se o menino tinha hábitos alimentares saudáveis, o que pode estar errado? Se vocês estivessem no lugar do marido de Marina você continuaria a irrigar as plantações com as águas do Rio Doce, sabendo que essa é sua única fonte de renda e abastecimento de água das famílias? Por quê?

Você acredita que os únicos danos causados pelo rompimento da barragem da Samarco e da Vale foi a contaminação das águas? O que são metais pesados? Quais as principais características químicas dos elementos presentes na lama de Brumadinho? Que ações poderiam ser realizadas pela família, governo e a empresa responsabilizada diretamente pelo rompimento das barragens? A contaminação por metais pesados representa um problema apenas para os moradores de Minas Gerais ou os moradores de Serra Talhada e região também podem ser afetados? Justifique.

Fonte: Elaboração Própria

Na análise das interações discursivas analisaremos, inicialmente, as relações semânticas presentes nas falas dos estudantes durante os dois episódios da resolução da QSC2 proposta e, em seguida, os aspectos CTS emergentes nesses episódios.

Para tanto, nos basearemos nas principais relações semânticas elencadas por Lemke (1997 apud BEZERRA, 2018), as quais estão resumidas no Quadro 5 a seguir:

Quadro 5: Relações semânticas elencadas por Lemke (1997)

Relações Nominais	Atributiva: relação semântica <i>atributo/portador</i> ou <i>atributo/coisa</i> . Referente a características descritivas, qualidades ou qualificador modificador do nome, por exemplo: <i>a maçã é vermelha</i> , maçã (portador), vermelha (atributo), ou ainda, <i>a maçã vermelha</i> , maçã (coisa), vermelha (Atributo).
	Classificadora: relação semântica <i>classificador/coisa</i> . Referente a um tipo de uma característica que identifica uma subclasse, por exemplo: <i>uma maçã dourada</i> ; maçã (coisa), dourada (classificador);
	Quantificadora: relação semântica <i>quantificador/coisa</i> que se refere às características quantitativas, que podem ser expressas por números, contadas. Por exemplo: <i>as três maçãs</i> ; três (quantificador), maçãs (coisa).
Relações Taxionômicas	Mostra: relação semântica <i>mostra/tipo</i> . Referente a um exemplo individual do tipo ou classe, por exemplo: <i>João é um aluno</i> ; João (mostra) é um aluno (tipo).
	Hiponímia: relações semânticas de <i>classe subordinada/classe supraordenada</i> , <i>subconjunto/conjunto</i> e <i>conjunto/superconjunto</i> . Referente ao nome de uma categoria que cabe dentro de alguma categoria mais geral, por exemplo: <i>Qualquer cão é um mamífero</i> ; cão (classe subordinada), mamífero (classe supraordenada).
	Meronímia: relação semântica <i>parte/todo</i> : Referente ao nome de uma parte que pertence ao todo, por exemplo: <i>Uma sala de um escritório</i> ; sala (parte), escritório (todo).
	Sinonímia: relação semântica <i>sinônimo/sinônimo</i> . Referente a expressões que tem o mesmo significado dentro de um contexto, por exemplo: <i>Por favor, saia. Por favor, vá embora</i> . Sinônimos: saia/vá embora.
	Antonímia: relação semântica <i>antônimo/antônimo</i> . Referente a expressões que tem significado distintos dentro de um contexto, por exemplo: <i>Por favor, saia. Por favor, fique</i> . Antônimos: saia/fique.
Relações de transitividade	Agente: relação semântica <i>agente/processo</i> . Referente a causa ou responsável pelo processo, por exemplo, <i>o homem construiu a casa</i> ; o homem (agente) construiu (processo)
	Meta: relação semântica <i>processo/meta</i> . Referente a entidade que se faz, ou sobre o qual atua, o objeto da ação, por exemplo, <i>o homem construiu a casa</i> ; o homem construiu (processo) a casa (meta);
	Paciente: relação semântica <i>paciente/processo</i> . Referente à entidade em relação a qual sucede o processo, por exemplo: <i>O frasco se rompeu</i> ; frasco (paciente) se rompeu (processo).
	Beneficiário: relação <i>beneficiário/processo</i> . Referente ao participante a quem a ação é feita ou por quem a ação é realizada, por exemplo: <i>Ele deu a garrafa à minha tia</i> ; minha tia (beneficiário), ele deu a garrafa (processo).
	Alcance: relação semântica <i>processo/alcance</i> . Referente aos limites, a extensão ou a natureza do processo, por exemplo: <i>Caminhou uma milha</i> ; caminhou (processo), uma milha (alcance).
	Identificação: relação semântica <i>identificado/identificador</i> . Referente a expressões que identificam ou caracterizam o objeto, por exemplo: <i>A parte branca é o orbital 2S</i> ; a parte branca (identificado), é o orbital 2S (identificador).
	Possessão: relação semântica <i>possuidor/possuído</i> . Referente a relação entre aquele que possui algo e aquilo que é possuído, por exemplo: <i>Minha tia tem o frasco</i> ; minha tia (possuidor), o frasco (possuído).

Relações circunstanciais	Localização: relação semântica <i>localização/localizado</i> . Expressa a relação espacial de entidades ou processos, por exemplo, <i>a caneta está na caixa</i> ; a caneta (localizado) está na caixa (localização).
	Tempo: relação semântica <i>tempo/evento</i> ou <i>duração/frequência</i> . Expressa a relação temporal de processos, eventos, entidades, por exemplo: <i>Eu construí isso ontem</i> ; construí (evento), ontem (tempo).
	Material: relação semântica <i>matéria/processo</i> . Expressa a matéria ou o material incluído no processo, por exemplo: <i>Eu construí de madeira</i> ; construí (processo), madeira (material).
	Maneira: relação semântica <i>maneira/processo</i> . Referente à como, de que maneira e por quais meios/instrumentos ocorreu o processo, por exemplo: <i>Pintou o quadro lentamente</i> ; lentamente (maneira), pintou o quadro (processo).
	Razão: relação semântica <i>processo/razão</i> . Expressa a causa, o propósito, a razão do processo, por exemplo: <i>Fui para me aquecer</i> ; fui (processo); me aquecer (razão).
Relações lógicas	Elaboração: relação semântica <i>item/elaboração</i> .
	Adição: relação semântica <i>item/adição</i> .
	Variação: relação semântica <i>item/variação</i> .
	Conexão: uma categoria mista que inclui a relação das partes de várias formas de argumentação, por exemplo, relações semânticas de <i>causa/consequência</i> , <i>vidência/conclusão</i> , <i>problema/solução</i> , <i>ação/motivação</i> , etc.

Fonte: LEMKE (1997, apud BEZERRA, 2018, p 136-137)

Já para análise dos aspectos CTS, levaremos em consideração as definições para cada dimensão que compõe a tríade, apresentadas por Campos (2010), que são respectivamente:

- A ciência corresponde a uma forma de representar/explicar a realidade com linguagem própria, que obedece a procedimentos metodológicos e fundamentos epistemológicos;
- A Tecnologia pode ser entendida como a técnica/procedimento humano para se relacionar com o meio e com outros seres humanos e os processos e aplicações técnicas adotados na produção industrial ou acadêmica.
- A sociedade corresponde as diversas relações sociais, ambientais, políticas, econômicas, etc.

De posse da compreensão dos significados apresentados anteriormente, através de leitura e releitura de cada episódio selecionado da QSC2, buscamos identificar os aspectos pertencentes a cada dimensão presentes na fala dos estudantes para, assim, mapear as relações entre CTS e o caso de forma sistematizada em quadros como proposto por Conrado (2017) com modificação em relação a dimensão ambiente.

No tópico seguinte abordaremos a análise dos dados obtidos na SD proposta, nos detendo apenas a fase de engajamento e a de avaliação.

4 ANÁLISE DOS DADOS

Ciente da quantidade de dados obtidos nas cinco etapas propostas da SD, para fins de análise, optamos por deter-nos apenas a três episódios: inicialmente, apresentaremos a SD elaborada com base no método 5E, para posteriormente nos debruçarmos sobre o questionário diagnóstico aplicado na fase inicial de engajamento e por fim a resolução das QSC na fase de avaliação.

Vale ressaltar que a interação da turma com a temática e participação nas atividades foi bastante produtiva, com ressalvas para alguns estudantes que demonstravam um certo desrespeito para com as aplicadoras, por acreditarem que trabalhar com a temática não tinha relação direta com o conteúdo químico proposto pelo Ministério da Educação para ser trabalhado no bimestre. Compreendemos que esse fato se constitui uma realidade não apenas da escola em que foi aplicada a SD, mas do ensino público de forma geral, por se tratar de uma abordagem que tira o aluno do seu papel corriqueiro de ouvinte passivo, naturalmente reforçado pelo ensino tradicional, e o leva a assumir o papel de ativo no processo de construção do conhecimento.

4.1 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA ELABORADA

A partir dos pressupostos teóricos propostos por Bybee (2002) e Patro (2008), foi possível organizar a SD proposta dentro do método 5E, bem como selecionamos e elaboramos os materiais necessários para cada etapa, que podem ser consultados nos anexos e apêndices deste documento. O Quadro 6, a seguir, traz de forma sistematizada a SD e as atividades propostas:

Quadro 6: SD para o ensino de elementos químicos e tabela periódica de acordo com o método 5E

Tema: Alimentação Saudável	
Conteúdos: Elementos Químicos (definição de elementos químicos, representação (nomes e símbolos), número atômico e número de massa, massa molar, mol, isótopos, isóbaros, isótonos e isoeletrônicos, Íons (cátions e ânions), classificação) e tabela periódica (história e organização, propriedades periódicas e aperiódicas).	
Objetivo Geral: Abordar os conceitos de elemento químico e tabela periódica a partir da temática alimentação saudável.	

Objetivos Específicos: • Identificar os principais sais minerais presentes nos alimentos e sua importância para a saúde afim de abordar o conceito de elemento químico; • Compreender o conceito de elemento químico, sua representação, classificação, localização e características químicas; • Debater a presença de elementos tóxicos (metais pesados) e suas propriedades em fertilizantes e rejeitos de minérios; • Discutir o processo de contaminação do homem por metais pesados a partir dos alimentos.	
Controvérsias ou Questões sociocientíficas Propostas: O que é considerado uma alimentação saudável, contaminação de vegetais por metais pesados, minerais naturalmente presentes nos alimentos e danos que a falta ou excesso destes traz a saúde de quem os consome.	
Fases Método 5E	Atividade
Engajamento	Aplicação de questionário aos alunos para colher as concepções prévias a respeito do tema; Apresentação do tema: Alimentação saudável; Apresentação de três charges e imagens de alimentos para que os alunos classifiquem em saudável ou não saudável; Debate sobre alimentação saudável, a partir das charges e imagens dos alimentos apresentados, e das concepções dos alunos a respeito desses alimentos. Debate mediado pelas professoras explorando: O que é uma alimentação saudável? Quais os critérios e características? (Nas várias perspectivas);
Exploração	Retomada do debate mediado pelas professoras explorando as questões presentes no questionário aplicado na fase anterior, aproveitando a discussão para inserir o conceito de elemento químico; Leitura em grupos das notícias: • Metais Pesados Contaminam o rio Paraopeba (MELO, 2019); • Áreas industriais e de agricultura têm maior teor de contaminação do solo por metais pesados em PE, diz estudo (ALVES, 2019) • Os riscos dos metais pesados presentes em fertilizantes (OS RISCOS... 2019) Proposta de atividade em grupo: Em 5 grupos os alunos deverão com base na leitura dos textos desenharem em um cartaz, um esquema representando a forma de contaminação dos alimentos por metais pesados presente na notícia que leram; Leitura Participativa do texto “17 elementos químicos necessários para o desenvolvimento dos vegetais” (RODRIGUES, 2019) e introdução do conceito de nutrientes; Debate e Apresentação dos cartazes produzidos na atividade anterior; Proposta de atividade a ser realizada inicialmente em casa para explorar a presença dos minerais nos alimentos e os prejuízos da falta ou do excesso deles no organismo ou a saúde; Jogo “Trilha dos elementos Químicos no nosso corpo” (KOCZILA, 2014) com leitura de cartas que falavam sobre a importância de determinados elementos no organismo e danos que a falta ou excesso destes traz, bem como quais alimentos que podem ser encontrados (Frisando que o corpo não produz esses nutrientes e que a forma do ser humano conseguiu-los é por meio da alimentação).
Explicação	Aula expositiva participativa sobre Elemento Químico (definição e representação (nomes e símbolos), número atômico, número de massa, isótopos, isóbaros, isótonos e isoeletrônicos, íons (cátions e ânions), e classificação) e tabela periódica (história e organização, propriedades periódicas e aperiódicas); Entrega de um resumo (Cf. APÊNDICE 2) do conteúdo para leitura participativa.

Elaboração	Proposta de atividade em grupo: Divididos em cinco grupos cada um responsável por um dos seguintes temas: Macroelementos, Sais Minerais, Oligoelementos, Elementos traços e Metais pesados ou tóxicos. Os grupos deverão construir uma ficha com as informações referentes a cada elemento pertencente a cada grupo, bem como a imagem de um alimento em que é possível obter aquele elemento, baseados na ficha entregue para pesquisa prévia em casa (Cf. APÊNDICE 3) Montagem de uma Tabela Periódica dinâmicas em tamanho (164cm x 80cm) com alimentos saudáveis levantados nas discussões da primeira etapa e na atividade proposta para casa na etapa de exploração, presentes nas fichas produzidas na fase anterior.
Avaliação	Resolução em grupo de duas questões sociocientíficas baseadas em casos envolvendo as controvérsias exploradas com a temática: QSC 1: Alimentos ricos em sódio – cortar da dieta ou consumi-los sem preocupação? QSC 2: Contaminação de alimentos por metais pesados. Socialização e debate das respostas das situações propostas.

Fonte: (Bezerra, 2018, adaptado)

Vale salientar que a sequência de aulas foi planejada de modo a melhor atender a forma de se trabalhar a abordagem QSC em sala de aula, respeitando as características dessa abordagem. Tendo como foco principal o aluno, com debates de situações conflitantes que o levem a pensar e argumentar. Também vale destacar que os materiais (questionário, resumo, slides, casos, tabuleiro do jogo, texto de apoio) usados na sequência foram selecionados e elaborados para esse fim. Parte deles foram elaborados a partir de pesquisa bibliográfica analisada, no livro didático Química cidadã (SANTOS; MOL, 2010). Nos tópicos seguintes abordaremos a análise das duas etapas dessa sequência, conforme mencionado anteriormente, que são o engajamento e a avaliação.

4.2 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO DOS ALUNOS

Na análise do questionário buscamos identificar as concepções prévias dos estudantes em relação a alimentação saudável e possíveis e controvérsias referentes a temática, com o objetivo de mapear as principais concepções dos estudantes sobre o tema.

O questionário o qual se refere este tópico é composto por oito questões relacionadas ao tema alimentação saudável e foi aplicado na primeira aula, com duração de 50 minutos, da SD proposta. Participaram da resolução do questionário 26 estudantes do 1º A, nomeados de E1 a E26, sendo E1 o primeiro estudante, E2 o segundo e assim sucessivamente até E26. A partir da leitura e releitura atenciosa das respostas foi possível localizar as concepções predominantes e agrupá-las de forma a ter sentido mais completo e em seguida categorizá-la.

a) Primeira Questão: Qual a importância da alimentação para a nossa vida?

De maneira geral, boa parte das respostas dos estudantes se voltam para destacar a importância da alimentação para a vida.

Entre as respostas predomina a concepção de que a alimentação é importante por ser fundamental a sobrevivência ou a saúde, sendo assim a partir disto agrupamos as respostas na categoria “**fonte vital e/ou mantenedora da saúde**” se enquadrando nesta a resposta de 14 estudantes (E2, E6, E7, E9, E11, E12, E13, E14, E15, E17, E18, E19, E24 e E26) não sendo observado nenhum aparato científicos que validassem suas concepções, predominando em suas respostas aprendizados do cotidiano. Como por exemplo:

- E2: *É muito importante para nos manter saudável e vivo.*
- E16: *A importância da alimentação é que sem a alimentação não conseguimos viver, nela há várias vitaminas que nos fortalecem e nos ajudam em várias coisas.*
- E19: *A alimentação é coisa muito importante para nossa vida, sem ela não vivemos.*

Sete estudantes (E5, E8, E10, E20, E21, E23, E25) consideram a alimentação importante por ser fonte de energia fundamental para realização de atividades do cotidiano, mas não citam quais alimentos ou classe de alimentos fornecem essa energia, sendo por isso agrupados na categoria “**fonte de energia**”. Como nas respostas dos estudantes:

E8: *Todos nós devemos alimentar saudável para criar energia para as atividades físicas.*

E21: *Além de nos fortalecer muitos dos alimentos são ricos em vitaminas e nos dão energia.*

Três estudantes (E1, E3 e E16) citam a presença de macronutrientes ou micronutrientes como vitaminas e proteínas sendo agrupados por isso na categoria “**composição química dos alimentos**”. Como por exemplo:

- E1: *A alimentação é muito importante para consumirmos **proteínas, carboidratos, vitaminas** e outras coisas que nos mantém vivos.*
- E3: *Além de ser muito gostoso eles transportam muitas **proteínas e vitaminas** que o nosso corpo precisa.*

É possível verificar que superficialmente existem nas concepções desses estudantes alguns termos científicos diluídos nesse emaranhado de ideias do senso comum, mas que eles não possuem apropriação científicas destes. Reforçada ao perceber que eles escolhem citar alguns nutrientes em detrimento de outros semelhantemente importantes, mas que ou não são

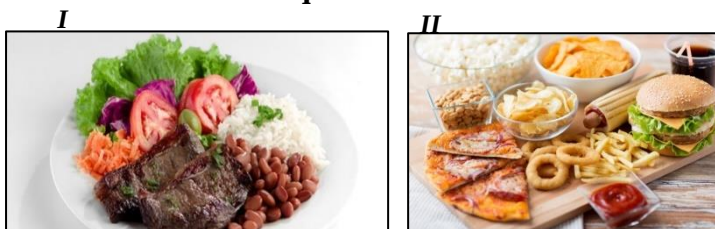
muito citados na mídia, como o caso dos sais minerais ou são citados como algo ruim, como é o caso dos carboidratos e por isso não aparecem em nenhuma das respostas.

A resposta do estudante E22 engloba as três categorias aqui apresentadas, não sendo possível classificar em uma delas, pois não fica claro seu direcionamento e o E4 optou por não responder.

Em nenhuma das respostas apareceu a presença dos sais minerais e nem menção a estes. Apesar de citado por alguns que era importante a prática da alimentação saudável para a saúde também não houve menção a má alimentação como fonte de doenças.

Foi possível observar também que houve predominância de concepções do cotidiano, não sendo observado nenhum equívoco científico entre as respostas, que apesar de não estarem fundamentadas em aparatos científicos, todas possuíam direta relação com a importância da alimentação para a saúde, defendido em todo o livro “Guia alimentar para a população brasileira” do Ministério da Saúde (2014).

- b) Segunda Questão: Que sentidos e/ou significados vem a sua mente quando você olha para cada uma das refeições representadas nas imagens I e II, a seguir? E qual dessas refeições representa melhor as suas escolhas quanto aos alimentos que consome no dia a dia? Justifique.**



Tendo em vista a complexidade da questão e a variedade de respostas que poderiam emergir, para análise foi necessário dividi-la em duas partes, que estão melhor sistematizadas no Quadro 7 abaixo:

Quadro 7: Fragmentação da segunda questão

Primeira parte da questão	Que sentidos e/ou significados vem a sua mente quando você olha para cada uma das refeições representadas nas imagens I e II, a seguir?
Segunda parte da questão	Qual dessas refeições representa melhor as suas escolhas quanto aos alimentos que consome no dia a dia? Justifique

Fonte: Elaboração Própria

Na primeira parte da questão, em relação aos sentidos atribuídos a imagem I percebemos que 23 estudantes (E1, E3, E5, E6, E7,E8, E9,E10, E11, E12, E13, E14, E15, E16, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E23, E24, E25), relacionaram a imagem a uma **alimentação saudável** e a II uma **alimentação não saudável**. Entre as justificativas para classificarem cada imagem predominaram a ideia de que na primeira têm-se uma alimentação saudável, balanceada e com a presença de micro ou macronutrientes enquanto a II pode ser considerada uma má alimentação por conter alimentos gordurosos, com alto teor de sódio ou excessivamente calóricos. Também notamos presente em algumas respostas a concepção de que os alimentos presentes em II **fazem mal a saúde**. Para ilustrar estas respostas podemos citar:

- E1: *Imagem-I-: Eu vejo um prato com uma refeição balanceada, com várias proteínas, e minerais que devemos comer diariamente. (Alimentação saudável)*
Imagem-II-: Eu vejo um prato com muito teor de gordura e alimentos prejudiciais a saúde, se consumidos em excesso. (Alimentação não saudável)
- E3: *A imagem I é muito mais saudável e com ferro e proteínas (Alimentação saudável), já na imagem II temos frituras, gorduras, e muito sódio, como o refrigerante. (Alimentação não saudável)*
- E13: *Nessa primeira imagem vemos um prato com várias vitaminas que faram bem para nossa alimentação. (Alimentação saudável)*
Na segunda imagem vemos outro prato com alimentos gordurosos que fazem mal para o desenvolvimento nosso corpo. (Alimentação não saudável)

Os outros três estudantes (E2, E4 e E26) optaram por não responderem essa parte da questão.

Nessa primeira parte da questão observamos que quando confrontados frente ao que sentiam em relação aos dois cardápios alimentares apresentados, mesmo que não tenham conhecimento científico sobre a alimentação os alunos conseguem diferenciar muito bem uma alimentação considerada saudável e uma não saudável.

A maioria dos estudantes faz esta classificação lançando mão de termos científicos como vitaminas, proteínas, etc. para legitimarem suas respostas, apresentando uma controvérsia no que se refere a importância de gorduras para a alimentação, pois, na maioria das respostas, eles apresentavam a gordura como algo unicamente negativo. No entanto, as gorduras são fundamentais para o bom funcionamento do organismo, uma vez que elas são nutrientes que atuam, por exemplo, mantendo a temperatura corporal, como fonte de energia e na absorção de vitamina A, que é fundamental para a visão (SESC, 2003).

Em relação a segunda parte da questão, dos 26 estudantes quatro deles (E3, E4, E23, E25) optaram por não responderem, seis (E2, E7, E17, E20, E21, E22) responderam que escolhem a II imagem por ser **mais saborosa**, e por isso se enquadram nessa categoria, como o E2 que responde que: *A II imagem me representa porque eu gosto muito mais de gorduras do que de feijão. Ele é muito mais saboroso que alface, tomate.*

O E1 também optou por a II e afirma que: *No meu dia a dia eu sou muito cobrado por meus responsáveis para que eu consuma os alimentos corretos (I), mas eu sempre acabo consumindo os alimentos errados.* Ele deixa claro que apesar de considerar os alimentos presentes na imagem II como “errados” ele continua consumindo.

Vale salientar que dos estudantes que escolheram a opção presente na imagem dois todos haviam indicado na primeira parte da questão que estes eram alimentos não saudáveis, com exceção apenas de E2 que não respondeu.

É importante destacar a resposta de E22, que possui um equívoco, ele responde que: *Ao pensar nos dois alimentos eu prefiro o II mas ele não é tão saudável como o I mas como eu preciso de peso eu como o II mesmo porque tem mais calorias do que o primeiro e é mais gostoso.* Apesar de considerar a II não saudável ele prefere consumir esses alimentos, no entanto a justificativa de que como necessita ganhar peso pode consumi-los livremente é um equívoco, quem deseja ganhar massa deve optar também por alimentos saudáveis e não por frituras e alimentos gordurosos, pois estes além de excessivamente calóricos podem prejudicar a saúde de quem os consome, independentemente de estar acima ou não do peso, assim como quem deseja perder peso ou manter, todos devem ter uma alimentação adequada, saudável e equilibrada nutricionalmente para garantir que não adoeçam (BRASIL, 2016).

Os outros estudantes (E5, E6, E8, E9, E10, E11, E12, E13, E14, E15, E16, E18, E19, E24, E26) responderam que o prato que mais representa suas escolhas é a imagem I, por ser **mais saudável** e assim ser a melhor. Só o E12 e o E24 que indicam que consome a I por ser mais saudável, mas acha a II mais gostosa. Podemos exemplificar essa categoria citando:

- E5: *Eu escolho a imagem I porque é sempre bom se alimentar bem e comer alimentos saudáveis para a saúde e nos deixar forte e com energia. Eu sempre procuro me alimentar corretamente.*
- E15: *A primeira imagem no meu vê é das duas imagens a mais saudável e representa melhor a minha escolha pois representa um prato equilibrado.*

Percebemos que entre as respostas no que se refere ao sabor, nenhum estudante considera a alimentação saudável como saborosa, destaque apenas para E24 que enfatiza que a imagem I sacia mais que a outra, mas não menciona que esta seja mais saborosa.

Foi possível perceber também que os alunos conhecem o que é uma alimentação saudável e o que não é, e que este fato influencia nas escolhas da maioria, mas a ideia de que os alimentos presentes na imagem II são mais saborosos influencia também na opção destes quando confrontados com os dois tipos de cardápios

c) Terceira questão: Em sua opinião, o que é alimentação saudável?

A definição de alimentação saudável em si já representa uma controvérsia fortemente existente na atualidade, isso porque existem várias definições para esse tema na comunidade científica e isso também pôde ser notado nas respostas dos estudantes.

Entre as respostas emergiram uma grande diversidade de concepções: Oito estudantes (E5, E7, E8, E9, E10, E14, E20, E21) consideram que uma alimentação saudável consiste em comer alimentos *in natura* estando o feijão, verduras e legumes presentes na maioria das falas; Seis (E6, E12, E15, E22, E24, E26) associam a definição de alimentação saudável como importante na prevenção de doenças e por isso fundamental a saúde; Quatro (E13, E16, E17, E19) citam que uma alimentação saudável é aquela que apresenta macro ou micronutriente, predominando a presença de vitaminas e proteínas e nenhum cita os carboidratos como importantes; Três (E11, E23, E25) apontam que uma alimentação saudável é aquela que não possui alimentos gordurosos ou que os tenha em pequena quantidade; E1 acredita que seja uma alimentação que não tenha agrotóxicos.

De posse destas concepções foi possível categorizá-las em 5 categorias, a ser descritas a seguir e exemplificadas:

Quadro 8: Categorização das respostas da terceira questão

Estudantes	Categoria	Exemplos
E5, E7, E8, E9, E10, E14, E20, E21, E26	sinônimo de alimentos <i>in natura</i> ou minimamente processados	E8: <i>Alimentação saudável é feijão, verduras e frutas, etc.</i> E14: <i>Comer alimentos que não faz tanto mal a saúde, que não engorda, e se comer tipo arroz, feijão e carne com salada faz bem.</i>
E6, E12, E15, E22, E24	fonte de saúde	E15: <i>Alimentação saudável é aquela que faz bem a nossa saúde e não prejudica nosso bem-estar.</i> E24: <i>São comidas que faz bem a saúde</i>
E13, E16, E17, E19	possui nutrientes	E13: <i>Alimentação saudável é aquela que é equilibrada com proteínas e vitaminas que facilitam para o desenvolvimento do nosso corpo.</i> E16: <i>É verduras que tem proteínas e substâncias.</i>

E11, E23, E25	não tem gorduras	E11: <i>É a alimentação que não tem coisas gordurosas, tem mais verduras.</i> E23: <i>A alimentação é aquela não possui muita gordura, que não tem massa. Isso é uma alimentação saudável.</i>
E1	não tem agrotóxicos	E1: <i>Alimentação saudável é toda aquela que nos fortalece e que nos traz uma vida saudável; Muitas vezes nos alimentos com “Frutas e verduras” um alimento saudável é um alimento sem agrotóxico, ou sem veneno que espanta as pestes.</i>

Fonte: Dados da Pesquisa

De forma geral, não foi identificado nenhuma controvérsia entre as respostas dos estudantes, mas é importante destacar a resposta do estudante E3, quando este dá a entender que cálcio e ferro são vitaminas e apesar de ambos comporem a classe dos micronutrientes, cálcio e ferro são sais minerais, classe de nutrientes igualmente importante para a saúde, mas que não é citada pelos estudantes, levando a entender que estes a desconhece. Outro erro é observado na resposta do E16 quando este cita vitaminas separadamente dos nutrientes, levando a entender que ambos compõem classes diferentes, quando na verdade as vitaminas são micronutrientes, ou seja, estão englobadas na classe de nutrientes.

d) Quarta questão: Quais as características que você acredita que uma alimentação saudável possui?

Tal qual a definição de alimentação saudável, quando questionados quais as características que os estudantes acreditam pertencerem a este tipo de alimentação, diversas concepções emergiram nas respostas.

Dez estudantes (E4, E9, E10, E18, E19, E21, E22, E23, E24, E25) associam as características de uma alimentação saudável a alguns alimentos que julgam saudáveis, e assim foi possível agrupá-los na categoria **alimentos *in natura***. Para ilustrar essa categoria podemos citar por exemplo:

- E10: *Feijão, arroz, legumes, verduras e etc.*
- E25: *Uma alimentação com verduras, legumes e alimentos ricos em ferro, proteína, comer vários tipos de frutas porque são esses alimentos que fazem bem para o nosso corpo.*

Seis estudantes (E3, E5, E12, E15, E16, E20) associam as características de uma alimentação saudável a presença de pelo menos um macro ou micronutriente, se destacando as vitaminas, proteínas e pela primeira vez a presença de alguns sais minerais corriqueiramente citados no cotidiano, como ferro e cálcio, podendo ser agrupadas na categoria **Nutrientes**. Sobre esta podemos citar, por exemplo as seguintes respostas:

- E3: *Com as vitaminas A, B, C, D, E que vem de determinados alimentos, temos o leite que é o cálcio e ferro pros ossos.*
- E20: *Ferro e Cálcio.*

Cinco estudantes (E1, E11, E13, E14, E17) associam que a principal característica de uma alimentação saudável é trazer benefícios a saúde de quem as consome, podendo se enquadrar na categoria **benéfica a saúde** como por exemplo E11: “Verduras e mais colorida com coisas que faz bem para a saúde e não prejudica o nosso corpo”

Ainda emergiu entre as respostas a concepção de que é característica de uma alimentação saudável ser fonte de energia, estando presente na resposta de dois estudantes (E6 e E8), e assim sendo associado a categoria **fonte de energia**. O que pode ser observado na resposta de E6 por exemplo, quando ele afirma que “*Energia para ficar forte*”.

Vale destacar a que resposta de E2, que não se enquadrou em nenhuma das categorias citadas, já que para ele as características de uma alimentação saudável é consumir alimentos que não possuam agrotóxicos.

e) Quinta questão: No seu dia a dia, você acredita que possui uma alimentação saudável? Por quê?

Com a leitura atenciosa das questões notou-se que apesar de na segunda questão a maioria dos estudantes terem relatado que se identificavam mais com a opção presente na imagem I por ser uma alimentação saudável, quando questionados se possuíam essa forma de alimentação a grande maioria, no caso dezenove estudantes, afirmam que não, por as mais variadas justificativas.

Seis deles (E1, E2, E3, E6, E8, E17) afirmam não possuírem uma alimentação saudável (AS) por não consumirem determinados alimentos que julgam como componente obrigatórios desse tipo de alimentação, citando por exemplo o feijão e o leite, se enquadrando na categoria **Feijão é saudável**. Para ilustrar essa categoria podemos citar;

- E2: *Não, porque eu não como verdura nem feijão e como muita besteira tipo bolacha recheada e etc.*
- E17: *Não porque eu não como feijão.*

Seis estudantes (E9, E10, E11, E18, E22, E26) justificam que não possuem um AS por consumirem alimentos que julgam não saudável, como alimentos industrializados e frituras, se enquadrando na categoria **comer “besteiras” não é saudável**. Para ilustrar essa categoria podemos citar:

- E9: *Não, porque no meu dia a dia eu como muita besteira como bolacha recheada, pastel, refrigerante.*
- E18: *Não porque eu como muita besteira.*

É necessário frisar que muitas vezes os estudantes generalizam condenando todos os alimentos industrializados e frituras a uma alimentação não saudável, e em nenhum momento citam a quantidade como um parâmetro. Percebemos que para eles a simples presença de um alimento desta classe já torna a alimentação deles não saudável.

Três (E19, E20, E21) justificam que não tem uma alimentação saudável, simplesmente por não gostarem desse tipo de alimentação, se enquadrando na categoria **gosto ruim**. Como por exemplo na resposta do estudante E21 que afirma: *Não, na verdade eu não tenho uma alimentação saudável porque não quero odeio **todos os tipos de legumes** e raramente como alguma fruta.*

É importante frisar a generalização presente na resposta de E21, é muito pouco provável que ele já tenha provado todos os tipos de legumes existentes e assim generaliza que ter uma alimentação saudável tem gosto ruim baseado em uma experiência que teve com determinado legume que desagradou o seu paladar e por isso justifica sua escolha por alimentos que teoricamente compunham uma alimentação não saudável.

Não se enquadraram em nenhuma categoria as respostas dos estudantes E24 e E7, pois E24 acredita que não tem uma AS por não se importar com o tipo de alimento que lhe é servido e o E7 por consumir alimentos que julga **não possuir vitaminas**.

É necessário destacar ambas as respostas, primeiro porque é muito improvável que o estudante E24 realmente não se importe com o que lhe é servido, uma vez que o ser humano de forma geral, desde a antiguidade tem como principais parâmetros para se alimentar o paladar, e é improvável que **todos** os alimentos existentes lhe agradem.

Também é preciso destacar a resposta de E7, a classe de micronutrientes Vitaminas foi bastante frequente nas respostas dos estudantes em todo questionário quando se referem a composição de uma alimentação saudável. No entanto é possível notar que eles não têm conhecimento do que de fato sejam esses nutrientes e apesar de se apropriarem do termo científico o usam no sentido do senso comum e por isso é pouco provável que todos os alimentos que esse estudante (E7) consuma não possuam nenhuma vitamina, uma vez que a deficiência de determinadas vitaminas é letal ao organismo.

A minoria dos estudantes, apenas seis deles (E12, E13, E14, E15, E16, E23) apontam que tem uma alimentação saudável, justificando isso por consumirem alimentos benéficos a saúde, se agrupando na categoria **alimentos benéficos a saúde**. Como por exemplo:

E12 :*Sim, pois como as coisas necessárias no almoço, verduras e feijão.*

E16: *Sim porque eu não como tanta besteira prefiro o feijão e o arroz que me satisfaz do que bolacha e salgadinho que nos faz mal*

É importante dar ênfase na resposta do estudante E12 pois este julga possuir uma alimentação saudável em virtude de em uma refeição específica, no caso o almoço, consumir determinados alimentos que julga serem saudáveis. Essa é uma concepção muito apregoadada no senso comum, pois o almoço é considerado por muitos como a principal refeição, desvalorizando assim as demais, que são de igual forma importantes para manutenção e nutrição do organismo.

Vale destacar que de forma geral os estudantes fazem muitas generalizações e em várias respostas, seja de estudantes que afirmam ter uma alimentação saudável ou daqueles que afirmam que não, o feijão é muito citado como um alimento saudável, reforçando que estas concepções advêm do cotidiano das pessoas. O simples fato de determinado alimento, rico nutricionalmente está presente na alimentação, não torna esta uma AS, outras vertentes devem ser consideradas, como quantidade, composição nutricional do prato de forma geral, forma de preparação, etc.

f) Sexta questão: Provavelmente em casa você já ouviu de algum familiar falar o quanto é importante comer feijão ou frutas e verduras, por exemplo, por que você acha que isso é tão importante? Justifique

Nesta questão observou-se que as respostas dos estudantes como se mostrou durante todo o questionário se voltou para importância da alimentação saudável para a saúde, predominando nas respostas dos estudantes.

Dos 26 estudantes pesquisados dezesseis (E5, E6, E7, E9, E10, E11, E12, E13, E14, E17, E20, E21, E22, E23, E24, E26) consideram o consumo desses alimentos importantes por serem saudáveis e benéficos ao corpo e/ou saúde, podendo ser agrupados na categoria **Alimentos saudáveis fazem bem a saúde**. Para ilustrá-la podemos citar:

E5: *Sim, é importante comer esses alimentos para a gente ficar saudável e faz bem ao nosso corpo.*

E6: *Sim porque é muito bom para a saúde.*

Quatro estudantes (E1, E2, E13, E16) consideram esses alimentos importantes por serem fonte de nutrientes, destacando os minerais, principalmente o ferro proveniente do feijão, se enquadrando na categoria **alimentos ricos em nutrientes**. Para exemplificar podemos citar:

E1: *Porque todos esses alimentos tem proteínas, ferro entre outros minerais etc.*

E16: *Porque o feijão contem ferro e ajuda o nosso sangue a circular bem e frutas e verduras nos dá uma boa digestão.*

A resposta de E16 demonstra uma apropriação da ação benéfica comprovada cientificamente desses alimentos, no entanto, apesar disto é importante frisar que é de conhecimento popular a presença do ferro no feijão, citado em várias respostas e sua importância para o organismo.

Dois estudantes (E15, E18) consideram que esses alimentos são componentes básicos de uma alimentação e se agrupam na categoria **Alimentos que todo alimentação deve conter**. Para ilustrar podemos citar a resposta de E18 quando este afirma que: *Sim porque é o básico para uma alimentação.*

Já os estudantes E8 e E19 consideram que são alimentos importantes, mas não evidenciam o porquê. Em relação a estes, é importante frisar a resposta de E19, pois ele considera importante esses alimentos, mas deixa claro que para ele esse fato não importa.

E19: *Isso é importante, mas em mim entra em um ouvido e sai no outro.*

O estudante E4 cita que esses alimentos são importantes para deixar o organismo forte, no entanto sua resposta deixa claro evidencias do senso comum por ser uma frase popularmente citada. Quando questionado sobre a importância desses alimentos ele responde apenas que é:

E4: *Para ficar fortinho*

Já o estudante E25 define que são importantes porque são alimentos, não deixando claro em que sentido ele estava falando. Ele afirma que: *Sim, eu acho importante a pessoa comer frutas e verduras, porque são alimentos.*

g) Sétima questão: Será que os alimentos que chegam a nossa casa estão realmente livres de qualquer contaminação? Justifique

Ao examinarmos cuidadosamente as respostas desta questão notamos que 92% dos estudantes acreditam que os alimentos que chegam até suas casas estão com algum tipo de contaminação, e a maioria apontam que por este motivo é muito importante que se lavem os alimentos antes de consumi-los.

Diversas justificativas emergiram para legitimar as suas respostas, por isso para meios didáticos as principais, bem como exemplos e as categorias que foram criadas a partir destas é possível ser consultada no Quadro 9 a seguir:

Quadro 9: Categorização das respostas da questão sete

Concepção dos estudantes	Categoria	Estudantes	Exemplos
Presença de agrotóxicos e fertilizantes	Contaminação por produtos químicos	E1, E5, E14, E21, E22	E1: <i>nem todos os alimentos que chegam a nossa casa estão livres de qualquer contaminação, porque muitos têm agrotóxicos ou conservantes que não fazem bem a saúde.</i> E14: <i>Não um exemplo as verduras, os agricultores utiliza muito agrotóxico e eu acho que é quase impossível chega um alimento limpo sem contaminação</i>
Presença de contaminantes pelo contato com as pessoas	Contaminação por contato	E3, E24	E3: <i>Não, muitas pessoas pegam nos alimentos que consumimos, por isso é importante lavar antes de comer.</i>
Presença de substâncias químicas	Contaminação pela presença substâncias Químicas	E6, E15, E18, E20	E6: <i>Não, porque tem substâncias química para o alimento não se estragar rápido.</i> E20: <i>Acho que não porque não tem nenhum alimento que não tem substância.</i>
Desconhecimento do que os alimentos passaram antes de chegar até suas casas	Contaminação no processo	E7, E9, E10	E7: <i>Não. Ao consumir um alimento devemos lavar pois não sabemos de que forma eles vieram.</i>
Presença de Elementos Químicos	Contaminação pela presença de elementos químicos	E8, E16	E8: <i>Não porque os alimentos tem elementos químico.</i> E16: <i>Não porque nas lavouras e plantações eles usam vários elementos químicos que podem prejudicar nossa saúde se não for lavado direito esse alimento.</i>
Serem vendidos na feira	Contaminação pela forma de comercialização	E11	E11: <i>Não, muitos são vendidos na feira e temos que lavar bem para comer.</i>
Uso de substâncias químicas para fortalecimento dos animais	Contaminação por o uso de substâncias para o fortalecimento animal.	E12	E12: <i>Não, por exemplo a carne que chega em nossa mesa os bixos eles colocam enjeção para fortalecer o animal então eles estão contaminados.</i>
Presença de bactérias	Contaminação por bactérias	E2	E2: <i>Não, alguns ainda precisamos lavar bem antes de comer para tirar as bactérias.</i>

Fonte: Dados da Pesquisa

Percebemos que a ênfase dada por alguns estudantes aos elementos químicos e as substâncias químicas são no sentido de considerá-los como sinônimos de defensores químicos, sendo por isso atribuídos a estes um sentido negativo. Tal fato se justifica por desconhecerem o significado desses conceitos, o que demonstra que exemplos citados por

eles em suas respostas anteriores, como ferro, um elemento químico, proteínas, classe de substâncias químicas compostas por elementos químicos, citados como sendo os responsáveis por os benefícios a saúde que a alimentação saudável proporciona são provenientes de aprendizagens do cotidiano.

Os estudantes E13, E17, E19, E26 reconhecem que os alimentos que chegam até sua mesa estão contaminados e por isso reforçam que frutas e verduras devem ser lavadas, mas não justifica o motivo de sua afirmação.

Vale salientar que como já dito anteriormente, está constantemente presente nas respostas a concepção de que apenas lavar bem os alimentos os livraram de contaminantes, inclusive os advindos de fertilizantes e agrotóxicos, o que consiste em erro, uma vez que os contaminantes químicos não são retirados com uma simples lavagem.

Dos vinte e seis estudantes apenas dois, E23 e E25, acreditam que os alimentos que chegam até suas casas estão totalmente livres de contaminação, justificando suas afirmações pela possível responsabilidade de quem comercializa esses alimentos e o tratamento que eles recebem quando chegam até suas casas, como pode ser visto a seguir:

E23: *Sim, porque a gente conserva nossos alimentos bem guardados lavamos nossos alimentos bem.*

E25: *Não tenho total certeza, mais acho que eles tentam deixar o alimento livre de contaminação porque pode fazer mal.*

Vale salienta que todos os estudantes que responderam o questionário apenas E4, optou por não responder à questão.

h) Oitava questão: No nosso dia a dia, que medidas podemos adotar para garantir que os alimentos que estamos ingerindo sejam livres de contaminação?

Pela observação das respostas analisadas observamos que a maioria dos estudantes acreditam que uma forma de eliminar os contaminantes dos alimentos é por meio da higienização, estando o ato de lavar o alimento antes do consumo presente na resposta de vinte e cinco alunos, se enquadrando na categoria “**Lavar retira contaminantes**”. Como pode ser observado por exemplo nas respostas a seguir:

E7: *Sempre manter higiene, sempre tar lavando colocando de molho para acabar com as bactérias.*

E19: *Com uma boa limpeza no alimento lavar bem o que ingerimos.*

E25: *Lavar antes de ingerir.*

Apenas o estudante E18 não cita lavar os alimentos como medida de eliminar as contaminações, para ele deve-se **estar atento para as substâncias** que estão presentes no alimento e seus efeitos ao organismo, quando afirma que: *Ver o que causa aquilo que você comer, se tem muitas substancias etc.*

Entre as principais justificativas para a importância de lavar os alimentos alguns alunos acrescentam que seja pela presença de agrotóxicos (E14), substâncias nocivas (E15) ou para acabar com as bactérias (E7, E11, E12). Se enquadrando na categoria **Presença de contaminantes**, para ilustrá-las podemos citar:

E14: *Lava bem os alimentos por que quando compramos pode vim sujo, e tento procura alimentos com menos agrotóxico.*

E15: *Lavar bem os alimentos, procurar saber se a pessoa que plantou utiliza substancias nocivas.*

E11: *Lavar antes de comer já é um começo, para eliminar as baquiterias.*

Além de lavar, alguns alunos como E21 também citam a importância de retirar partes com cores diferentes e qualquer bicho estranho presente no alimento e E1 e E2 citam a importância de observar a validade dos alimentos, como é o caso de E1 que afirma que: *Lavando-os, verificando a sua data de validade e higienizando-os.*

De forma geral no que tange a alimentação percebemos que os estudantes reconhecem a importância singular desta para a manutenção da vida, destacando a importância da sua composição química (vitaminas, proteínas, etc.) para a saúde. Expressam reconhecerem que a alimentação se subdivide em dois tipos principais: Alimentação saudável e alimentação não saudável.

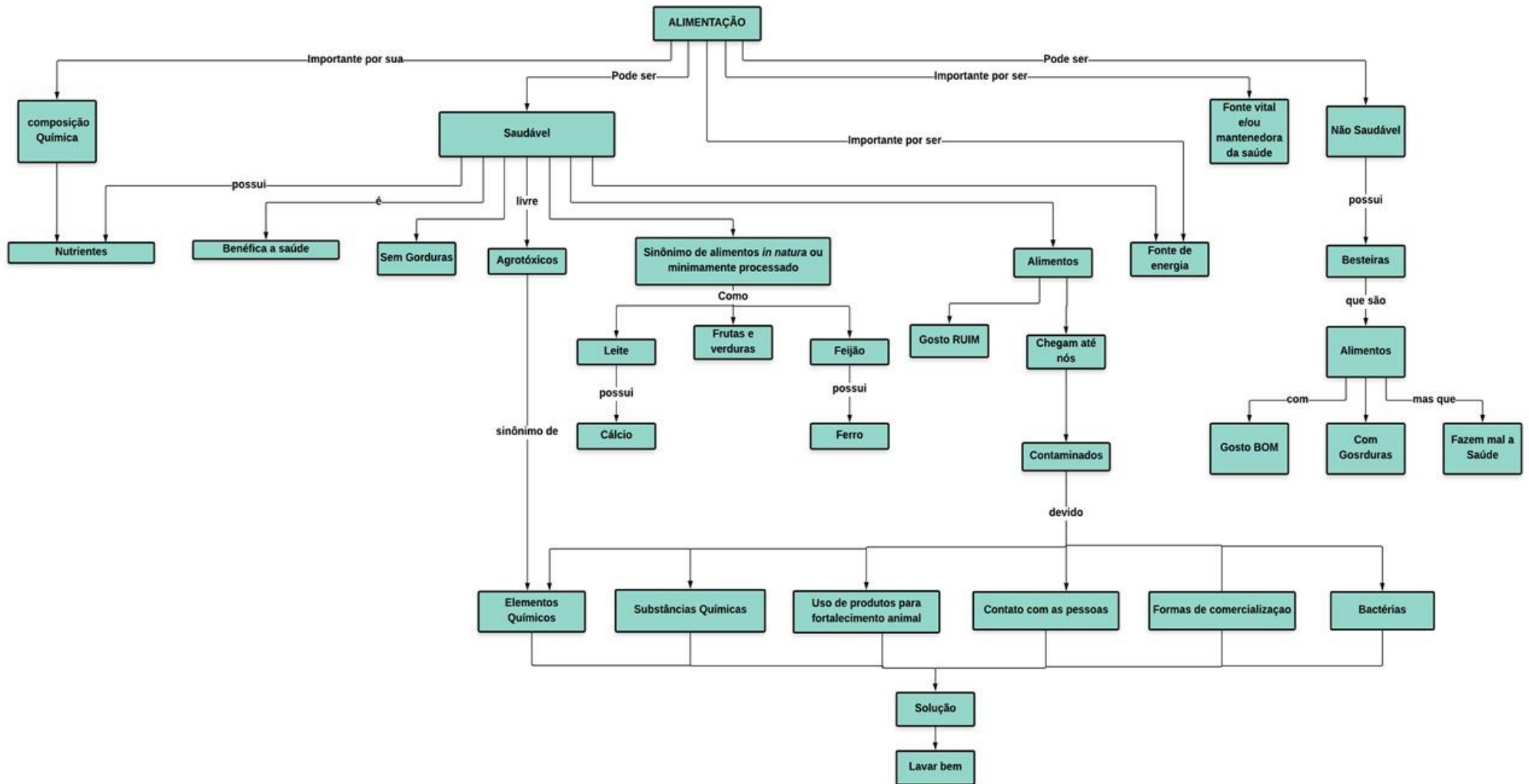
A alimentação não saudável é segundo eles composta por o que chamam de “besteiras” que consistem em alimentos gordurosos, maléficos a saúde, mas com sabor agradável e por isso compõe parte significativa da alimentação da maioria. Já em relação a alimentação saudável percebemos que eles conseguem facilmente diferencia-la, apontando que esta é benéfica a saúde, rica em nutrientes, estando as proteínas e vitaminas presentes corriqueiramente nas respostas, livre de agrotóxicos, que para eles é sinônimo de elementos químicos, e fonte de energia, no entanto eles excluem de suas respostas, ou apontam unicamente como algo negativo a classe de carboidratos e de gorduras que são as principais fontes de energia para o organismo.

É importante frisar que apesar de reconhecerem os benefícios e malefícios de ambos tipos de alimentação, os estudantes afirmam que a alimentação saudável não faz parte das práticas alimentares da maioria, justificando tal fato por esta possuir, de acordo com eles,

sabor ruim. Tal afirmação é fruto de concepções construídas a partir de experiências com determinados legumes e vegetais específicos, considerados saudáveis e que desagradaram em algum momento a seus paladares e por este motivo generalizam para toda a classe.

No que se refere a contaminantes, os estudantes evidenciam que os alimentos que chegam até suas casas estão contaminados, por diversos contaminantes, entre eles os elementos químicos e as substâncias químicas. Eles lançam mão desses termos científicos no sentido unicamente negativo, fruto possivelmente de suas relações sociais do cotidiano, em que química é tido algo negativo. Apontando como solução para tal problema lavar bem os alimentos. No esquema abaixo, sistematizamos as principais concepções observadas nas respostas dos estudantes com o questionário, sobre a temática e sobre a alimentação de uma forma geral.

Figura 2: Sistematização das concepções dos estudantes



Fonte: Elaboração própria

4.3 ANÁLISE DAS INTERAÇÕES DISCURSIVAS: RELAÇÕES SEMÂNTICAS E ASPECTOS CTS DA QSC 2

As QSC que compõe a etapa de avaliação foram aplicadas simultaneamente com três grandes grupos de estudantes, no entanto, para responder aos nossos objetivos de pesquisa, analisaremos de forma mais aprofundada apenas um dos grupos, cada um com uma das QSC que foram abordadas na SD proposta. A resolução em grupo ocorreu em 1 aula com posterior discussão com toda a turma em duas aulas, uma para cada QSC trabalhada.

Inicialmente abordaremos de forma resumida o episódio analisado, para posteriormente nos debruçarmos sobre as relações semânticas identificadas na fala dos estudantes e os aspectos CTS emergentes nestes.

Para análise das relações semânticas e dos aspectos CTS, é necessário ressaltar que por causa do tempo e da imensidão de dados obtidos, neste trabalho, optamos por nos deter a resolução da QSC2 que contou com um total de 183 falas e destas extrair ao que chamaremos de episódios 1 e 2, que são respectivamente: Interações iniciais da resolução da QSC2 e síntese da solução da QSC2. Por compreendermos que nestes momentos as interações discursivas emergiram em direção ao objetivo da questão sociocientífica proposta. Assim como os demais dados, as interações observadas na discussão da QSC1 ficarão reservados para trabalhos futuros.

É necessário frisar que o grupo responsável pela resolução dessa QSC era composto por nove estudantes, no entanto, apenas seis participaram ativamente das discussões, os quais foram nomeados de E1 a E6, não obedecendo a mesma ordem de classificação estabelecida para análise do questionário diagnóstico, assim o estudante E1 do questionário (tópico 4.1) não é o mesmo da análise das interações discursivas, por exemplo.

4.3.1 Análise das relações semânticas no episódio 1

Inicialmente precisamos destacar que para resolução da QSC2, intitulada Contaminação de alimentos por metais pesados o grupo recebeu material de apoio de uso opcional, intitulado “Raio-X dos crimes: um comparativo entre os impactos de Brumadinho e Mariana” (Cf. Anexo 1). No entanto, os estudantes optaram por não fazerem uso do texto entregue, predominando assim em suas discussões concepções construídas a partir das etapas anteriores da SD proposta. O episódio 1 foi extraído das discussões iniciais da resolução dessa QSC, em meio as interações dos estudantes na resolução das questões de apoio.

Após a leitura e explicação da QSC2, quando questionados sobre o que poderia ter na lama de minérios que provocasse problemas de saúde foi unânime a resposta dos estudantes que seria a presença de metais pesados. Seguindo as discussões quando questionados se pai e filho poderiam ter sido contaminados por metais pesados, levando em consideração que o filho não frequentava a lavoura, as respostas também foram unânimes no sentido afirmativo e nas justificativas as discussões se intensificaram e foi desse momento que foi extraído o debate inicial que compõe o episódio 1 e se inicia na fala 18, o qual pode ser encontrado no Quadro 10 abaixo:

Quadro 10: Episódio 1

18	E1: Porque a partir do momento que ele usou a água contaminada para aguar as plantas tanto o filho que ingeriu a comida foi contaminado , como os animais .
19	E2: O pai e o filho foram contaminados porque ou eles chegaram perto ou eles entraram em contato, como o pai que sempre vivia perto das hortaliças que ele aguava com a água do rio contaminada.
20	Professora: O pai do menino ele pode ter sido contaminado só pela água do rio ou pode ter alguma outra forma que ele tenha sido contaminado por esses metais pesados?
21	E1: Ele pode ter comido também os vegetais que ele cultivou.
22	E3: E ele também usou fertilizantes que está dizendo aqui, ele usou fertilizantes a roça, então pode ter sido isso também, porque tá dizendo aqui que ele usou diversos fertilizantes sem proteção .
23	Professora: Há então ele pode ter sido contaminado pela água, mas ele também pode ter sido contaminado, no caso do pai pelos fertilizantes (...)
24	E3: Que ele usou sem proteção
25	E2: Professora os metais pesados eles podem também se espalharem pelo ar?
26	Professora: O que vocês acham, os metais pesados podem se espalharem pelo ar?
27	Todos: Pode, os metais peados podem se espalhar pelo ar
28	Professora: Por exemplo se ele estiver em uma bomba de veneno, vocês acham que ele vai se espalhar?
29	E4: Lógico que vai
30	E1: Do mesmo jeito que as plantas, elas na fotossíntese liberam oxigênio, os metais pesados podem ter passado para o ar .
31	Professora: No estado gasoso?
32	E1: É isso, passam para o ar no estado gasoso
33	Professora: Bora lá. O que pode ter ocorrido em cada caso, se o menino não teve contato direto com a água do Rio Doce? Vocês já começaram a falar, no caso se o menino não teve contato direto com a água do rio, se o menino ele não bebeu da água, porque a alimentação do menino era a seguinte: Ele bebia água mineral, puramente água mineral, ele comia, as coisas que a mãe fazia, que era o que o pai produzia e a carne e peixe que o tio criava na propriedade vizinha. Então como é que esse menino foi contaminado?
34	Todos: A contaminação foi pelos alimentos

35	E2: Pelas hortaliças contaminadas , porque as plantas elas estavam contaminadas pela água do rio que estava contaminada.
36	E4: E as carnes e peixes também porque os animais foram contaminados
37	E3: O criatório de peixe também devia estar contaminado
38	E4: O criatório de peixe poderia estar contaminado e as outras carnes também porque os animais tinham que beber água e se contaminaram.
39	E5: Ou através do que eles comiam também
40	E2: Os animais eles podem ter sido contaminados quando eles beberam a água ou eles comeram próximo do rio
41	E4: É hortalças perto do rio
42	E2: Isso, que podem ter sido <u>infectados</u>
43	Professora: ótimo e qual é a resposta geral?
44	E4: O agricultor foi <u>infectado</u> pela alimentação dele contaminada
45	E2: Professora, mas porque o pai ele se agravou mais que o filho?
46	Professora: O que vocês acham, por que o pai se agravou mais que o filho?
47	E3: Porque teve mais contato
48	E1: O pai se agravou mais porque ele mexeu diretamente com a água
49	E5: ele teve mais contato.
50	E3: O pai se agravou porque ele teve mais contato com os elementos químicos
51	Professora: há então foi porque ele teve mais contato? Mas vocês acham que no caso do menino, se ele ao longo do tempo, ele continuar tendo contato com essa água contaminada ele não poderia também desenvolver um câncer ou alguma coisa assim?
52	Todos: Sim, com certeza
53	Professora: ótimo, a próxima pergunta é: Se o menino tinha hábitos alimentares saudáveis, o que pode estar errado?
54	Todos: os alimentos
55	E1: Os elementos químicos que estavam nas plantas que ele consumia
56	Professora: Então, vocês consideram que a alimentação do menino era saudável?
57	E4: Era.
58	Professora: Ele tinha uma alimentação saudável por quê?
59	E1: Era pra ser produtos naturais , mas ele tinha sido contaminado
60	E2: professora a alimentação era saudável só que tinha veneno e muito fertilizante.
61	Professora: Olha ele disse que era saudável só que tinha veneno, muito fertilizante, e mais o quê? O que vocês acham?
62	E4: A água do rio
63	E2: Os metais
64	Professora: Certo, os metais na água, então o erro da alimentação do menino foi o quê?

65	E4: Os metais da água e os fertilizantes
66	Professora: Os metais da água e os fertilizantes, ótimo. Agora eu quero saber de vocês se vocês estivessem no lugar do marido de Marina você continuaria a irrigar as plantações com as águas do Rio Doce, sabendo que essa é sua única fonte de renda e abastecimento de água das famílias?
67	E4: Rapaz, é o jeito
68	E3: se a agricultura for a única forma de sustentação da família sim, mas se pensar assim também tem um outro lado, porque também ia causar morte tanto para eles quanto para as pessoas que iam comprar
69	<u>E4: O “cabra” (sic) ferve a água depois fica boa</u>
70	E6: se fosse preciso sim.
71	E3: Se fosse o último recurso sim
72	Professora: O último recurso, então é o seguinte, ele trabalha, ele vive da agricultura, esse é o cenário, ele vice da agricultura e só tem essa água para poder irrigar, a questão é, ele sabe que está contaminada, mas vocês acham que ele ... Ele deveria continuar a irrigar sabendo que só tem isso pra poder viver ou não?
73	E2: é o único tipo de renda dele. Mas professora, se as pessoas soubessem que água estava contaminada elas não iriam comprar .
74	E1: É verdade
75	Professora: Vocês acham que essa discussão saber que minha água tá contaminada e vai contaminar o meu alimento, todo mundo sabe ou é algo que poucas pessoas sabem?
76	Todos: Poucas pessoas sabem
77	Tales: é poucas pessoas sabem qual é a água que pessoa irriga
78	E2: É e não tem lá, eu iriguei com a água de tal dia que estava contaminada.
79	Professora: há não aparece? Isso. Então, o que vocês fariam se fosse preciso, olhem a pergunta é, se você estivesse no lugar do marido dela, você continuaria a irrigar as plantações ou não?
80	E2, E3 e E4: Eu continuaria
81	E5: continuava aguando , se fosse a única opção, a única salvação da família para permanecer sustentando ela sim, porém ele poderia tá colocando a vida de outras pessoas em risco .
82	Professora: Então vocês continuariam mesmo sabendo que estariam colocando a vida de algumas pessoas em risco, mas como seria a única fonte (...)
83	E1: O único meio de vida?
84	Professora: Ele não tem outro meio, ele só vive da agricultura.
85	E1: Há então não tem muita opção.
86	E5: Perfurar um poço também não pode
87	Professora: Vocês acham o seguinte, ela disse assim, perfurar um poço também não pode, vocês (...)
88	E1 e E4: Tá contaminado também
89	E2: Perfurar poço não pode porque está contaminado por causa dos lençóis freáticos
90	E4: Está tudo contaminado agora só se mudasse

Fonte: Dados da pesquisa

O episódio 1, representa a discussão inicial dos estudantes em relação a QSC apresentada e as primeiras ideias e representações desses estudantes em relação ao contexto da problemática discutida. Nesse primeiro momento, buscamos entender se eles eram capazes de identificar como os alimentos poderiam ser contaminados por metais pesados e por consequência contaminarem também o ser humano e provocar doenças. A fim de que as discussões ocorridas em sala de aula sobre a temática alimentação saudável no viés da contaminação de metais pesados fizessem sentido.

É importante mencionar que eles não apenas conseguiram identificar com facilidade as fontes de contaminação, como demonstraram compreensão de que entendiam que a alimentação do menino se enquadrava em uma alimentação saudável, no entanto, estava contaminada e por isso tinha provocado doenças.

Os estudantes se apropriam de conceitos científicos como metais e elementos químicos estudados na SD para justificarem suas respostas, não mais no sentido de sinônimos de fertilizantes ou agrotóxicos, mas realmente como componentes das substâncias, no caso da lama rejeitos que contaminou a água e, posteriormente, como componentes dos alimentos, no entanto, ainda no sentido negativo, possivelmente porque os elementos que trata a QSC são tóxicos ao ser humano.

No decorrer da discussão do episódio 1 (turnos 67 a 99), os alunos começaram a discutir em relação ao uso da água contaminada pelo agricultor e considerando a situação apresentada, se posicionarem quanto ao uso/consumo dessa água naquela família e comunidade. O intuito era entender se ao se colocarem no lugar das vítimas os alunos conseguiriam gerar empatia pela situação e tomarem uma atitude de forma despida de julgamentos sociais em busca de soluções dentro do contexto para a situação da família. Nesse sentido, apesar da heterogeneidade de sentidos ter se evidenciado, as respostas se voltaram para o uso da água contaminada, se esta fosse a única fonte de renda da família, mas também levando em consideração as demais pessoas envolvidas indiretamente nesse processo que também seriam vítimas da contaminação. Como expressa os estudantes E3 (turno 68) e E5 (turno 81).

De forma geral, nesse episódio, emergiam os seguintes itens temáticos (Lemke,1997), considerando apenas as falas dos estudantes, por entender que o papel do professor nesse processo é de instigar os alunos a pensar e levantar questionamentos:

Água contaminada (18, 73), Aguar as plantas (18) contaminação do filho e dos animais (18), Pai e filho (19), Contaminados (19), Ele usou fertilizantes (22), Sem proteção (22), Metais pesados (27,30), Espalharem pelo ar (27), Passam para o ar (30, 32), no estado

gasoso (32), contaminação (34), Pelos alimentos (34), Hortaliças contaminadas (35,), Plantas contaminadas (35), Animais contaminados (40), Beber água contaminada (40), Agricultor infectado (44), Alimentação contaminada (44), Pai se agravou (48,50), mexeu diretamente com a água (48), mais contato com elementos químicos (50,), Elementos Químicos (55), estavam nas plantas que ele consumia (55), Produtos naturais (59), Produtos contaminados (59), Alimentação (60), era saudável (60), Alimentação era saudável (60), Só que tinha veneno e muito fertilizantes (60), Agricultura (68), única fonte de sustento (68), Ferve a água (69), Fica boa (69), Não iriam comprar (73), Continuava aguardando (81), única salvação da família (81), poderia colocar a vida de outras pessoas em risco (81), perfurar poço não pode (89), Lençóis Freáticos contaminados (89), Está tudo contaminado (90), Se mudar (90).

Ao observar os itens temáticos é possível perceber articulações do conhecimento científico, bem como a compreensão de como se deu a contaminação dos envolvidos na QSC pelos metais pesados provenientes dos alimentos. A partir destes itens foi possível identificar as seguintes relações temática presentes nas falas dos estudantes seguindo o que propõe Lemke (1997, apud BEZERRA, 2018):

Quadro 11: Relações semânticas presentes no episódio 1

Item temático	Relação semântica	Item temático
Água contaminada	Matéria/Processo	Aguardar plantas
Água contaminada	Causa/Consequência	Contaminação do filho e dos animais
Pai e filho	Paciente/Processo	Contaminados
Usou fertilizantes	Processo/maneira	Sem proteção
Metais pesados	Agente/processo	Espalham pelo ar
Metais pesados	Agente/processo	Passam para o ar
Passam para o ar	Item/adição	No estado gasoso
Contaminação	Processo/matéria	Pelos alimentos
Hortaliças contaminadas	Parte/todo	Plantas contaminadas
Animais contaminados	Consequência/causa	Beber água contaminada
O agricultor infectado	Consequência/causa	Alimentação contaminada
Pai se agravou	Consequência/causa	Mexeu diretamente com a água
Pai se agravou	Consequência/causa	Mais contato com elementos químicos
Elementos Químicos	Localizado/localização	Estavam nas plantas que ele consumia

Produtos naturais	Antônimo/ Antônimo	Produtos contaminados
Alimentação	Coisa/atributo	Era saudável
Alimentação saudável	Antônimo/ Antônimo	Mas estava contaminada
Agricultura	Processo/Razão	Sustentação da família
Ferve a água	Causa/consequência	Fica boa
Água contaminada	Problema/solução	Não iriam comprar
Continuava aguando	Processo/Razão	Única salvação da família
Continuava aguando	Causa/consequência	Colocar a vida outras pessoas em risco
Não pode perfurar poço	Processo/Razão	Lençóis Freáticos contaminados
Está tudo contaminado	Problema/solução	Se mudar

Fonte: Dados da pesquisa

É possível observar que na fala dos estudantes aparece uma grande variação de relações semânticas, mas a relação de causa e consequência predomina, possivelmente pela natureza da QSC, que se trata de acidentes ambientais com consequências devastadoras. E os estudantes em suas falas demonstram terem noção de tal fato e dos impactos deste para a sociedade de forma geral e principalmente para as vítimas. Também observamos diversos aspectos da relação CTS, com mobilização de vários conceitos científicos, como pode ser observado no Quadro 12, a seguir:

Quadro 12: Aspectos CTS presentes na fala dos estudantes no episódio 1

Exemplos		
Elementos da relação CTS	C	Conhecimentos científicos: Elementos Químicos, Metais pesados; Fotossíntese; Liberação de oxigênio; Lençóis freáticos;
	T	Técnicas e tecnologias: Perfuração de poços cartesianos; Irrigação; Uso de fertilizantes.
	S	Diálogos e ações: Impactos causados pelo rompimento das barragens em níveis sociais e ambientais; Contaminação de alimentos por metais pesados provenientes da água e dos fertilizantes; responsabilidade social ao se colocar no lugar das vítimas da tragédia; Valores morais, ao pensar no indivíduo envolvido na tragédia e seus atos sem julgamentos prévios.

Fonte: Conrado (2017) modificado

Como observado, apesar deste grupo não ter feito uso do material de apoio, vários conceitos científicos foram mobilizado Na fala dos estudantes emergiram várias características das relações sociais, principalmente voltadas a valores éticos, pois , ao serem levados a assumir o papel das vítimas na QSC, se despiram de seus julgamentos e

demonstraram piedade e compreensão pela situação enfrentada, inclusive buscando soluções através de tecnologias possíveis para o agricultor e sua família.

4.3.2 Análise das relações semânticas no episódio 2

Após o debate presente no episódio 1, os estudantes foram questionados se acreditavam que os únicos danos causados pelo rompimentos das barragens de minérios (Mariana e Brumadinho) tinha sido a contaminação das águas, e estes ao afirmarem que não, apontaram uma grande variedade de danos, entre eles a presença de rejeitos, as vidas que foram tiradas, as plantações destruídas, os animais contaminados, a quantidade de destroços gerados, a perda de casas e da fonte de sustento de diversas famílias.

Após essa discussão, foram questionados sobre o que eram metais pesados, e é nesse ponto que se inicia o episódio 2, que ocorre em meios às discussões finais da QSC2, entre os turnos 129 a 183, presente no Quadro 13 a seguir:

Quadro 13: Episódio 2

129	Professora: Certo, próxima pergunta é o que são metais pesados?
130	E3: São elementos químicos que fazem mal à saúde
131	Professora: Certo, então metais pesados são elementos químicos que fazem mal à saúde e o que mais? Todo mundo concorda com isso tem mais alguma coisa para acrescentar?
132	Todos: não, só isso mesmo
133	Professora: Tudo bem. Quais as principais características químicas dos elementos presentes na lama de Brumadinho? Então o que vocês vão fazer: vão para tabela vão olhar quais os metais que estão presentes na lama vão olhar o estado físico, número atômico, massa de cada um deles, cada um em dupla vai fazer um.
134	E2: A gente encontrou Mercúrio
135	Professora: Pronto aí vocês anotam Mercúrio e colocam as características dele
136	E4: Metais pesados são quais?
137	E5: Chumbo é um metal pesado
138	E2: Chumbo, Mercúrio (...)
139	Professora: Metais pesados não estão separados na tabela periódica, você vai olhar no texto e ele vai dizer lá quais são os que estão na lama de Brumadinho.
140	E4: são esses metais pesados aqui, né professora? Mercúrio, chumbo, níquel e cádmio
141	E3: Tá errado dessa forma
142	E5: por quê?
143	E3: Tá errado porque a primeira letra é maiúscula e a segunda é minúscula

144	E5: Eita tem até isso?
145	E3: Tem
146	E4: qual o estado físico do mercúrio?
147	E5: Mercurio é líquido
148	Professora: vão fazendo vocês podem ir se ajudando, mas precisamos terminar isso rápido vocês têm mais um minuto
149	E5: E desse o estado físico é o quê?
150	E3: de quem?
151	E5: Cádmio
152	E3: O cádmio é sólido
153	Professora: Pessoal, eu preciso que vocês me mostrem que conseguem encontrar essas informações na tabela periódica, porque foi esse assunto que a gente estudou, a gente está vendo a química dentro dos alimentos. Continuando, que ações poderiam ser realizadas pela família, governo e a empresa responsabilizada diretamente pelo rompimento das barragens? O que vocês acham que a família poderia fazer nesse caso?
154	E2: A família podia não usar água contaminada
155	E1: Parar de irrigar as plantas com água contaminada
156	E4: Acho que a resposta se resume em não utilizar a água contaminada para molhar as plantas
157	E2: professora eles poderiam usar água mineral para molhar as plantações para não usar a água contaminada
158	Professora: vocês acham que dá para usar água mineral para molhar as plantações?
159	Todos: Não
160	E4: Se você for rico dar
161	E6: Molhar as plantas com água de outro rio
162	Professora: lembre-se só passa um rio lá o que está contaminado ... e o que o governo pode fazer?
163	E5: começar a colocar um carro pipa com a água que não esteja contaminada para o pai molhar as plantas e não usar a do rio
164	E3: uma água que possa ser usada para molhar as plantações
165	E4: como posso dizer ... uma água tratada
166	Professora: e o que é a empresa, no caso a Vale pode fazer nesse caso?
167	E4: Indenizar
168	professora: Indenizar quem?
169	E3: Indenizar todas as pessoas que tiveram prejuízos com a barragem
170	Professora: Indenizar para que eles tenham um outro meio já que ele não tem como viver da agricultura (...)
171	E1: Achar outra solução no caso
172	Professora: A contaminação por metais pesados representa um problema apenas para os moradores de Minas Gerais ou os moradores de Serra Talhada e região também podem ser afetados? Justifique.

173	E3: Também devemos nos preocupar, porque a água de lá chega aqui e pode nos contaminar
174	E4: Porque em Minas gerais tem a nascente do rio São Francisco
175	E6: Devemos nos preocupar também porque tem várias frutas que vêm de lá e a gente também pode ser contaminada
176	Everson: Que nem aconteceu com o Brumadinho porque a água infectada, ela infectou o rio Pajeú não foi?
177	Julyene: O rio Paraopeba?
178	Everson: Não, o rio que passa por aqui
179	Julyene: O rio São Francisco?
180	Everson: Isso.
181	Julyene: Então vocês acham que Serra Talhada e região também devem se preocupar?
182	Todos: Sim. porque (...)
183	Menina 02: Devemos nos preocupar porque há a possibilidade dos metais pesados continuarem a contaminar outros rios.

Fonte: Dados da pesquisa

Com o episódio 2, buscamos inicialmente compreender se os estudantes haviam entendido o conceito de metal pesado que eles citavam bastante como contaminantes dos alimentos e se conseguiam identificar esses metais e suas propriedades químicas na Tabela Periódica. É importante destacar que os estudantes não tiveram a menor dificuldade em localizar os elementos na tabela periódica e suas características, o que aponta para uma apropriação do conceito científico trabalhado na QSC.

Posteriormente buscamos compreender se os alunos conseguiriam apontar quais ações cada envolvido nas tragédias deveriam tomar, a fim de que eles percebessem que em um caso como esse todos devem fazer sua parte para “solucionar” o problema. As respostas se voltaram para a compreensão de que a família abordada na QSC2 deveria parar de usar a água contaminada (turnos 155 e 156), apontando como alternativas o uso de água mineral (turno 157), logo descartada por eles por ser inviável, e o fornecimento de carro pipa (turno 163) com água tratada pelo governo. Bem como indenização (turnos 167 e 169) por parte da mineradora responsável pela barragem para que as vítimas possam ter outra fonte de renda e possam sobreviver sem a prática da agricultura.

Outro ponto levantado foi em relação a se os estudantes consideravam que os moradores de Serra Talhada, mesmo estando em outro estado, também deveriam se preocupar com o rompimento das barragens, no intuito de investigar se os estudantes tinham noção que fatos ocorridos em outros estados também merecem discussão, porque este podem atingi-los direta ou indiretamente. Novamente as respostas dos estudantes foram unânimes no sentido

afirmativo, apontando como justificativas o fato da água de Minas Gerais chegar até Serra Talhada (173), possivelmente se referindo as águas do Rio São Francisco, que tem sua nascente em Minas Gerais e se encontra com as águas do rio Paraopeba, extrema contaminado pelos rejeitos do rompimento da barragem de Brumadinho, na represa de Três Marias e chega a Serra Talhada através da Adutora, trabalhado na fase de exploração da SD.

Outras justificativas apresentadas se referem ao entendimento de que frutas de Minas gerais chegam até Serra Talhada (turno 175) e que os metais pesados presentes nos rios contaminados ao entrarem em contato com águas de outros rios também pode contaminá-los (turno 183). O que mostra que as discussões nas etapas anteriores foram significativas para os alunos.

Na fala dos estudantes, podemos destacar os seguintes itens temáticos: Elementos químicos (130), fazem mal a saúde (130), metais pesados (137, 140), mercúrio (140, 148), chumbo (137, 140), níquel (140), cádmio (140, 153), líquido (148), sólido (153), água contaminada (155, 157, 163), Parar de irrigar (155), Não molhar as plantas (156), Usar água mineral (157), Molhar (161) Água de outro rio (161), Não usar água do rio (163), Carro pipa (163), Indenizar (169), prejuízos com a barragem (169), água de lá chega aqui (173), Pode nos contaminar (173), Frutas contaminadas (175), A gente pode ser contaminada (175), Metais pesados (183) Contaminar outros rios (183).

A partir destes foi possível identificar as principais relações semânticas presentes na fala dos estudantes, as quais estão relacionadas no Quadro 14 abaixo:

Quadro 14: Relações semânticas presentes no episódio 2

Item temático	Relação semântica	Item temático
elementos químicos	Causa/consequência	Fazem mal a saúde
Metais Pesados	Identificador/identificado	Mercúrio
Metais Pesados	Identificador/identificado	Chumbo
Metais Pesados	Identificador/identificado	Níquel
Metais Pesados	Identificador/identificado	Cádmio
Mercúrio	Coisa/portador	Líquido
Cádmio	Coisa/portador	Sólido
Parar de irrigar	Ação/Razão	água contaminada
Água contaminada	Razão/Processo	Não molhar as plantas
Água contaminada	Problema/Solução	Usar água mineral

Molhar	Processo/Maneira	Água de outro rio
Água contaminada	Problema/Solução	Não usar água do rio
Água contaminada	Problema/Solução	Carro pipa
Indenizar	Solução/Problema	Prejuízos com a barragem
Água de lá chega aqui	Razão/Processo	Pode nos contaminar
Frutas contaminadas	Causa/consequência	A gente pode ser contaminado
Metais Pesados	Agente/Processo	Contaminar outros rios

Fonte: Dados da pesquisa

Como pode ser observado no quadro anterior, novamente uma grande variedade de sentidos emergiram nas respostas dos estudantes, se destacando a percepção de que mercúrio, chumbo, níquel e cádmio são identificados como metais pesados e a relação de problema e solução, em que os estudantes ao se colocarem no contexto buscam levantar possíveis soluções para os problemas ocasionados pelo rompimento da barragem.

Neste episódio, também foi possível notar uma grande variedade de aspectos CTS na fala dos estudantes, com predominância de conceitos científicos estudados na SD proposta. Os principais aspectos podem ser encontrados no Quadro 15 abaixo.

Quadro 15: Aspectos CTS presentes na fala dos estudantes no episódio 2

Exemplos		
Elementos da relação CTS	C	Conhecimentos científicos: Elementos Químicos: Símbolo, Número atômico, Massa atômica, Nome; Estado Físico; Tabela periódica: Grupos e períodos; Metais pesados.
	T	Técnicas e tecnologias: Irrigação; Mineração
	S	Diálogos e ações: Impactos causados pelo rompimento das barragens em níveis sociais e ambientais; Responsabilidade dos envolvidos no desastre (famílias, governo e mineradoras) para evitar contaminações; Contaminação de alimentos por metais pesados provenientes da água contaminada pelos rejeitos de minério responsabilidade social ao se colocar no lugar das vítimas da tragédia; Valores morais, ao pensar no indivíduo envolvido na tragédia e seus atos sem julgamentos prévios.

Fonte: Conrado (2017) modificado

É importante frisar que nesse episódio, como pode ser visto no quadro anterior, ao serem solicitados que identificassem as características químicas dos elementos presentes na lama de Brumadinho, com extrema facilidade os alunos conseguiram consultar a Tabela Periódica e identificarem o símbolo, o número atômico, a massa atômica, o nome, o estado físico, o grupo e o período de cada metal, inclusive levantando considerações sobre a forma

correta de representar um elemento químico (Inicial maiúscula seguida de minúscula, quando tiver), demonstrando que além de conseguirem argumentar sobre a temática proposta, também aprenderam o conteúdo científico vinculado ao caso e a SD de forma geral.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude dos fatos mencionados, podemos concluir que a SD proposta se mostrou um importante instrumento para instigar o aluno a pensar e debater sobre a temática alimentação saudável dentro dos vieses dos nutrientes naturalmente presentes nos alimentos e da contaminação de alimentos por metais pesados. Além de proporcionar também a aprendizagem dos conteúdos científicos Elementos Químicos e tabela periódica de forma contextualizada e com maior sentido para os estudantes, fugindo do método memorístico que esses conceitos são normalmente abordados em sala de aula.

De forma geral por meio do questionário percebemos que a alimentação saudável é um tema que compõe as discussões do cotidiano dos estudantes, e por isso uma QSC bastante relevante, pois eles demonstraram relativa facilidade em discorrer sobre o tema, se apropriando inclusive de termos científicos como proteínas, vitaminas, minerais, etc., para legitimarem suas respostas, porém excluem completamente a classe dos carboidratos que em nenhum momento são citados, o que é comum em dietas da moda vinculadas corriqueiramente na mídia.

Também foi possível observar que eles reconhecem o que é uma alimentação saudável e sua importância para a saúde, porém isso não influencia nas escolhas da maioria, que reconhecem abertamente não possuírem uma alimentação saudável.

Outro aspecto relevante observado é que os estudantes relacionam os conceitos de elementos químicos e substâncias químicas meramente a aspectos negativos, como sinônimos de contaminantes e defensores químicos que acreditam fazer mal a saúde, o que demonstra que alguns minerais como ferro, cálcio e algumas classes de substâncias corriqueiramente citadas por eles são provenientes do senso comum e que estes desconhecem seus significados químicos.

Já em relação as interações discursivas, como era de se esperar por se tratar de uma turma de primeiro ano do ensino médio, os conceitos levantados foram bastantes simplórios, principalmente na primeira QSC, em que os aspectos CTS emergentes não foram totalmente mobilizados, principalmente os conceitos científicos. Já na segunda QSC, observou-se maior apropriação dos aspectos da relação CTS, com forte embasamento científico, mas também predominância das questões sociais pertinentes a QSC.

Na resolução observamos a diversidade de comportamento dos grupos, enquanto um se voltou para a reprodução do texto de apoio o outro não o utilizou. Esse fato é bastante interessante para ilustrar a diversidade de fatores que podem ocorrer quando o seu objeto de

estudo são seres humanos, em que em sala de aula não se tem controle de todos os fatores e comportamentos diversos podem simplesmente aparecerem.

Podemos observar uma grande variedade de sentidos e significados emergentes nas falas dos estudantes nos dois episódios selecionados para análise da QSC2, sabendo que estes são frutos das relações sociais dos estudantes, esteve presente predominantemente a relação de causa/consequência, possivelmente pela natureza da QSC e a grande vastidão de impactos que o rompimento de ambas barragens, principalmente a de Brumadinho trouxe para a sociedade de forma geral, em níveis sociais, políticos, econômicos e ambientais, se destacando as centenas de vidas que foram ceifadas com tal tragédia.

De forma geral a abordagem das questões sociocientíficas em sala de aula proporciona ao aluno entender os conceitos científicos sem ser obrigado a se despir das questões inerentes ao seu meio social e aos impactos em todas as esferas sociais que estes trazem. Ao discutir sobre estas questões, diversos conhecimentos são mobilizados e construídos, inclusive aprendizados referentes a valores morais e éticos, fundamentais a um cidadão crítico.

Abordar a temática alimentação saudável consiste em uma discussão de extrema importância, uma vez que, mesmo que esta se configure preocupação recorrente de órgãos da saúde, os níveis de crianças e adolescentes com distúrbios alimentares reforçados por um padrão estético apregoada pela mídia tem crescido alarmantemente no último século, e discutir tal tema dentro das escolas onde este público se encontra, de forma desinteressada e despida de padrões e conceitos equivocados é uma iniciativa fundamental para começar a combater tal fato.

Uma das principais fragilidades em abordar uma controvérsia sociocientífica tão ampla e importante como alimentação saudável, é o desinteresse da população por tal tema e os conceitos pré construídos e fortemente alicerçados pela mídia com informações equivocadas e relatos de dietas milagrosas que determinadas blogueiras fazem e compartilham como sendo a alimentação correta para todos. Sendo assim, mesmo com tal dificuldade, nos propomos em trabalhos futuros nos mantermos dentro dessa área para abordarmos vários outros conceitos Químicos e vieses pertinentes a essa temática tão importante.

_____. Ministério da Saúde. **Desmistificando dúvidas sobre alimentação e nutrição: material de apoio para profissionais de saúde**. Universidade Federal de Minas Gerais. – Brasília: Ministério da Saúde, 2016. 164 p. : il

_____. Portaria nº 971, De 9 de outubro de 2009. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 195, 13 outubro de 2009. Seção I, p.52.

BYBEE, R. W.; TAYLOR, J. A.; GARDNER, A.; SCOTTER, P. V.; POWELL, J. C.; WESTBROOK, A.; LANDES, N. **The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness**. Colorado Springs, Co: BSCS, v. 5, 2006.

BYBEE, R. W. Scientific Inquiry, Student Learning, and the Science Curriculum. In: ____ (Ed.). **Learning science and the science of learning: Science educators' essay collection**. NSTA press, 2002.

CAMPOS, F. R. G. **Ciência, Tecnologia e Sociedade**. Florianópolis: Publicações do IF-SC, 2010. 85 p.: il.

CONRADO, D. M. **Questões Sociocientíficas na Educação CTSA: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico**. 2017. 239 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia / Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2017.

DANTAS, E. V. G.; PEREIRA, P. B.; LIMA, M. F. A.; LIMA, M. F. A.; MARTINS, G. do S. V. A tabela periódica no processo de ensino e aprendizagem de alunos do ensino médio de uma escola pública. In: Congresso Nacional de Educação, 3., 2016, Natal. **Anais...** Natal-RN: Realize, 2016. p. 1 – 6.

GODOI, T. A. de F.; OLIVEIRA, H. P. M. de; CODOGNOTO, L. Tabela Periódica - Um Super Trunfo para Alunos do Ensino Fundamental e Médio. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 1, p.22-25, fev. 2010.

HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p.163-165, 1997.

KOCZILA, T. M. O lúdico como estratégia para minimizar o desinteresse e a desmotivação no ensino de ciências. In: HASPER, R.; GOEDERT, E.; PIERALISI, K. V. de L. (Org.). **Os desafios da escola pública Paranaense na perspectiva do professor PDE: produções didático-pedagógicas, 2014**. Volume 2, 1ª ed. Curitiba: SEED/PR, 2016. p. 1-30.

LOPES, N. C. A constituição de associações livres para o trabalho com as questões sociocientíficas na formação de professores. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 9, n. 3, p. 01-20, 2018.

LOPES, N. C.; CARVALHO, W. L. P. Agrotóxicos-toxidade versus custos: uma experiência de formação de professores com as questões sociocientíficas no ensino de ciências. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 9, n. 17, p. 27-48, 2012.

LUCA, A.G.de; SANTOS, S.A dos. **Dialogando ciência entre saberes, odores e aromas: Contextualizando química e biologicamente**. São Paulo: Editora livraria da Física, 2010.

MARTÍNEZ, L. F. P. **Questões sociocientíficas na prática docente**: Ideologia, autonomia e formação de professores [online]. São Paulo: Editora UNESP, 2012, 360 p.

MENDES, M. R. M.; SANTOS, W. L. P. dos . Argumentação em discussões sociocientíficas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 3, p. 621-643, 2013.

MELO, M. **Metais pesados contaminaram rio Paraopeba**. 2019. Disponível em: <https://www.folhape.com.br/noticias/noticias/cotidiano/2019/02/09/NWS,95930,70,449,NOTICIAS,2190-METAIS-PESADOS-CONTAMINARAM-RIO-PARAOPEBA.aspx>. Acesso em: 23 abr. 2019.

MUNDIM, J. V.; SANTOS, W. L. P. dos. Ensino de ciências no ensino fundamental por meio de temas sociocientíficos: análise de uma prática pedagógica com vista à superação do ensino disciplinar. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 4, p. 787-802, 2012.

PALACIOS, E. M. G.; GALBARTE, J. C. G.; BAZZO, W. **Introdução aos estudos CTS (Ciencia, Tecnología e Sociedad)**. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), 2003.

PROENÇA, Rossana Pacheco da Costa. Alimentação e globalização: algumas reflexões. **Ciência e Cultura**, v. 62, n. 4, p. 43-47, 2010.

OS RISCOS dos metais pesados presentes em fertilizantes. 2019. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/63-meio-ambiente/2327-os-riscos-dos-metais-pesados-presentes-em-fertilizantes.html>. Acesso em: 23 abr. 2019.

PATRO, E. T. Teaching Aerobic Cell Respiration Using the 5 Es. **The American Biology Teacher**, [s.l.], v. 70, n. 2, p.85-87, fev. 2008. University of California Press.

PEDRETTI, E. G., BENCZE, L., HEWITT, J., ROMKEY, L., & JIVRAJ, A. (2006). Promoting Issues-based STSE Perspectives in Science Teacher Education: Problems of Identity and Ideology. *Science & Education*, 17(8-9), 941–960.

PEDRETTI, E., & NAZIR, J. Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. *Science Education*, 95(4), 601–626, 2011.

PODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. Pesquisa Científica. In: ____ (org.). **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. p. 41-118.

REGIS, A. C. D.; BELLO, M. E. do R. B. Conscientização ambiental e a abordagem de poluentes atmosféricos por meio de uma intervenção didática: vivências de uma sala de aula (Environmental awareness and the approach of air pollutants through a Didactic Intervention: experiences of a classroom). **Experiência em Ensino de Ciências**, v. 6, n. 1, 2011.

RODRIGUES, I. **17 elementos químicos necessários para o desenvolvimento dos vegetais**. Disponível em: <<https://www.marquecomx.com.br/2017/03/17-elementos-quimicos-necessarios-para-o-desenvolvimento-das-plantas.html>>. Acesso em: 22 abr. 2019

SANTOS, P. G. F. dos; CARVALHO, W. L. P. de. A constituição de uma questão sociocientífica em um grupo de professores: um processo polifônico de desvelamento da realidade concreta. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 9, n. 17, p. 1-26, 2012.

SANTOS, H. R. dos. Ensino e aprendizado de química: advinhas sobre a tabela periódica. In: HASPER, R.; GOEDERT, E.; PIERALISI, K. V. de L. (Org.). **Os desafios da escola pública Paranaense na perspectiva do professor PDE: produções didático-pedagógicas**, 2014. Volume 2, 1ª ed. Curitiba: SEED/PR, 2016. p. 1-30.

SANTOS, W.L. P.; AULER, D. **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

SANTOS, W.; MOL, G. **Química cidadã**. Vol 1, 1ª ed. São Paulo: Ed Nova Geração, 2010.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2000

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.

SANTOS, W.L.P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, p. 1-12, 2007

SCHWARTZ, J. A. **Uma maçã por dia: mitos e verdades sobre os alimentos que comemos**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2010.

SESC, MESA BRASIL. Banco de alimentos e. Colheita urbana: Noções básicas sobre alimentação e nutrição. **Rio de Janeiro, SESC/DN**, 2003, 20 p.

ZEIDLER, D. L. et al. Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. **Science education**, v. 89, n. 3, p. 357-377, 2005.

APÊNDICE 1: Termo de livre consentimento dos Alunos



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
COORDENAÇÃO DE LICENCIATURA PLENA EM QUÍMICA
NÍVEL GRADUAÇÃO



Termo de Livre Consentimento e Esclarecimento

A presente pesquisa de Graduação intitulada “**ABORDAGEM DAS QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NO ENSINO DE ELEMENTOS QUÍMICOS**” tem como objetivo Analisar sentidos e significados em torno da resolução de uma questão sociocientífica sobre alimentação saudável. Analisaremos a heterogeneidade dos discursos produzidos e processos de tomada de decisão quando questões abordada no âmbito do tema ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL forem debatidas em aula (Contaminação por metais pesados oriundos dos fertilizantes ou agrotóxicos presentes em alimentos não orgânicos, minerais naturalmente presentes nos alimentos e como a deficiência ou excesso destes afeta a saúde e bem estar dos indivíduos). Para isso, será necessário um conjunto de aulas nas quais o tema ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL E ELEMENTO QUÍMICO será tratado e toda a sequência de aulas e atividades em que o tema e tais conteúdos forem trabalhados será vídeo e audiogravadas. Os dados em vídeo e áudio serão utilizados apenas para fins de pesquisa, a identidade dos participantes será preservada em todos os momentos, no texto da MONOGRAFIA, nos artigos e textos futuros a serem publicados para divulgação dos resultados da pesquisa. O período da intervenção e pesquisa será de 15/04/2019 à 07/05/2019 e nessa ocasião ocorrerá a vídeo e audiogravação.

Julyene da Silva Menezes
Graduanda em Licenciatura Plena em
Química (UAST/UFRPE)

Bruna Herculano da Silva Bezerra
Professora Assistente da UAST
Doutora em Ensino de Ciências
PPGEC/UFRPE/Recife

Nesses termos eu _____ declaro que compreendi os objetivos, prós e contras de minha participação na presente pesquisa. Dessa maneira concordo com a construção dos dados dessa pesquisa através de vídeo e audiogravação e aceito participar.

Assinatura dos pais/responsáveis

APÊNDICE 2: Resumo trabalhado na fase de explicação

Elementos Químicos

Até este momento estudamos como o átomo era constituído, discutimos que todas as coisas são formadas por átomos e que estes átomos passaram ao longo dos anos por uma série de transformações nos seus modelos representacionais até chegar ao modelo aceite atualmente. Vale lembrar, que o átomo é tão pequeno que é impossível visualizá-lo, mesmo com um microscópico muito avançado. Porém a partir dos mais variados estudos, diversos cientistas ao longo dos anos descobriram como era formado cada átomo, identificando duas regiões que compõe um átomo (o núcleo e a eletrosfera) e as partículas fundamentais que ocupam cada uma dessas regiões (Prótons- presente no núcleo e de carga positiva- os Nêutrons- também presente no núcleo mais com carga total zero, ou seja, neutro- e os Elétrons- presentes na eletrosfera e com carga negativa). Também é importante frisar que a massa total do átomo está praticamente contida no núcleo, isso porque a massa do próton e do nêutron são praticamente iguais ($1,67 \times 10^{-27}\text{Kg}$) enquanto a de um elétron é $9,11 \times 10^{-31}\text{Kg}$. Considerando que esses valores são muito pequenos é comum tomar por referência a massa do próton e nesse sentido assumir que a massa do próton e do nêutron é **igual a 1** e a do elétron $1/1840$, ou seja, praticamente **zero**.

Muito foi falado durante as aulas sobre os prótons e que para ser neutro, o átomo precisaria ter a mesma quantidade de elétrons, no entanto não foi dito quantos prótons exatamente cada átomo teria, isso é definido por uma característica do átomo chamada número atômico e que é única para cada elemento químico, sendo base para diferenciar um elemento de outro. **Número atômico, representado na maioria das vezes por Z, é a quantidade de prótons que cada átomo tem no núcleo e nesse sentido quando se trata de um átomo neutro, também dito que o átomo está no estado fundamental, ou seja, com carga zero:**

$$Z = \text{Número de prótons} = \text{Número de elétrons}$$

Avançando um pouco mais na nossa discussão chegamos ao conceito de Elementos Químicos. Elemento Químico.: é o conjunto de isótopos com o mesmo número atômico (Z). Isso quer dizer que se eu tiver mil átomos com número atômico igual a 11, ou seja, todos os mil átomos tiverem 11 prótons no núcleo, eles formam um único elemento químico, que ao se consultar um instrumento de extrema importância na Química e que será estudado a frente, chamado Tabela periódica veremos, que se trata do elemento químico sódio. **É muito importante frisar que não necessariamente é obrigatório que os átomos que compõem um elemento químico tenham a mesma quantidade de elétrons e de nêutrons, mas obrigatoriamente precisam ter a mesma quantidade de prótons.**

Outra característica muito importante dos elementos é o que chamamos de número de massa, representada pela letra A. O número de massa é a soma dos prótons e dos nêutrons presentes no átomo, assim: $A = p + n$. Sabendo disto é possível calcular quantos nêutrons cada átomo terá, ou semelhantemente, de posse do número atômico e da quantidade nêutrons calcular o número de massa.

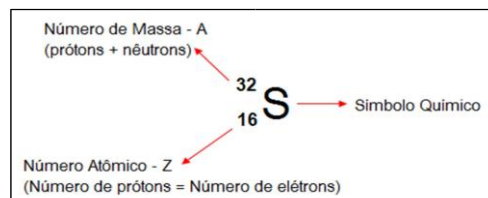
A massa atômica de um elemento químico possui unidade de medida 1 u (unidade de massa atômica que corresponde $1/12$ do átomo de Carbono 12) ou g/mol (**1mol é uma constante proposta numericamente por Avogadro e equivale a $6,02 \cdot 10^{23}$ unidades.** No caso da massa de um elemento químico, por o átomo ser muito pequeno seria muito difícil pesa-lo nas unidades usuais (g, Kg), mas um conjuntos destes, mais especificamente **$6,02 \cdot 10^{23}$ átomos (1 mol)**, é mais fácil, logo quando na tabela periódica temos por exemplo para o átomo de sódio massa atômica igual a 22, 99 g/mol, estamos dizendo que **$6,02 \cdot 10^{23}$ átomos de sódio, independentemente da quantidade de nêutrons presentes nestes ser igual ou não, possui 22, 99 g).**

Ao longo dos anos houve uma grande discussão entre os químicos sobre como seria a representação dos elementos químicos. A representação usada atualmente foi proposta por o químico sueco Jöns Jacob Berzelius (1779-1848), que sugeriu que o símbolo dos elementos químicos fosse derivado dos seus respectivos nomes em latim. Como existem mais elementos do que letra se utiliza na maioria dos casos duas letras: **A primeira maiúscula e a segunda minúscula. É importante frisar que no caso da letra sozinha ou das duas letras a primeira letra SEMPRE será maiúscula.**

Para tornar a Química mais acessível universalmente, em qualquer lugar do mundo o nome do elemento químico, o símbolo, o número atômico, será o mesmo assim se for colocado em um laboratório para fazer um experimento químico, um alemão, um chinês e um brasileiro, mesmo que não conseguissem se comunicarem em outra língua além da sua língua de origem, eles também entenderiam a linguagem Química e conseguiram realizar os experimentos. Os elementos são representados como mostrado na figura 1:

Assim, em relação ao símbolo como visto na figura ao lado, na parte superior sempre fica o número de massa ou a massa atômica, e na inferior sempre fica o número atômico. Nesse sentido temos, por exemplo: $^{22,99}_{11}\text{Na}$ (sódio), **Au** (Ouro), $^{39}_{19}\text{K}$ (Potássio).

Figura 1: representação do elemento Químico



Fonte: Google imagens

Como foi citado no início, os átomos que compõe um elemento Químico não necessariamente necessitam ter a mesma quantidade de nêutrons e de elétrons. A perda ou ganho de elétrons de um átomo origina o que chamamos de íons. No caso de um átomo que recebe elétrons, este fica com carga parcial negativa e é denominado ânion, mas como ele continua tendo a mesma quantidade de prótons no núcleo ele permanece pertencendo ao mesmo elemento químico. Semelhantemente quando um átomo perde elétrons ele fica com carga parcial positiva e recebe o nome de Cátion. Mas, essa discussão será mais bem aprofundada quando for trabalhar Ligações Químicas.

É importante nesse momento apenas compreender que quando um átomo perde ou ganha elétrons e assim fica com a mesma quantidade de elétrons que outro átomo, ambos são chamados isoeletrônicos. Vale salientar que o **prefixo Iso significa igual**, logo Isoeletrônicos, mesma quantidade de elétrons. Por exemplo: Quando o átomo de Magnésio (Mg) perde dois elétrons, ele fica apenas com 10 elétrons $_{12}\text{Mg}^{2+}$ mesma quantidade de elétrons que por exemplo o átomo de flúor quando este recebe um elétron $_{9}\text{F}^{-1}$, assim nesse caso podemos dizer que eles são isoeletrônicos. **Lembrem-se como eles possuem números atômicos diferentes, eles não pertencem ao mesmo elemento químico, são íons de dois tipos diferentes de elementos.**

Como a quantidade de nêutrons interfere no valor do número de massa, mas não muda a quantidade de prótons que o núcleo do átomo possui um mesmo elemento químico, apesar de ter número atômico igual ele pode ser um Isótopo (mesmo número atômico, mas diferente número de massa).

Dois elementos diferentes podem ser: Isóbaros (diferentes números atômicos e mesmo número de massa) e Isótonos (diferentes números atômicos e mesma quantidade de nêutrons). De forma resumida temos:

Figura 2: Comparação entre isótopos, isóbaros, isótonos e isoeletrônicos

Semelhança Atômica	Número de Prótons (Z)	Número de massa (A)	Número de nêutrons (n)
ISÓTOPOS	=	≠	≠
ISÓBAROS	≠	=	≠
ISÓTONOS	≠	≠	=
ISOELETRÔNICOS	≠	≠	≠

Fonte: Mundo Química, 2019

Tabela Periódica

Ao longo dos anos, novos elementos químicos foram sendo descobertos ou sintetizados e informações a respeito destes também, e com isso surgiu um novo dilema para os químicos, como organizar todos esses elementos em um único instrumento de forma que quando necessário possa facilmente ser consultado? Assim como na época dos modelos atômicos, diversos cientistas fizeram suas contribuições, na tentativa de organizar esses elementos, o quadro abaixo traz um resumo destas:

Figura 1: Breve linha do tempo da Tabela Periódica

Ano	Proposta de classificação dos Elementos Químicos
1808	Jöns Jacob Berzelius, um importante químico, entre as suas inúmeras contribuições, apresentou uma das primeiras propostas de classificação dos elementos químicos.
1829	O químico alemão Johann Wolfgang Dobereiner [1780-1849] observou que substâncias simples de alguns grupos de três elementos apresentavam propriedades químicas semelhantes e que era possível estabelecer uma relação entre as massas dessas substâncias. A esses grupos de três elementos, ele deu o nome de tríade.
1862	O químico francês Alexander Émile Beguyer de Chancourtois [1820-1886] propôs uma classificação na forma de cilindro em que os elementos ficavam dispostos em uma linha, como a rosca de um parafuso, em ordem crescente de peso atômico. Nessa disposição, os átomos dos elementos constituintes de substâncias com propriedades químicas semelhantes encontravam-se verticalmente alinhados. Essa proposta não foi bem-aceita por parecer complicada e artificial.

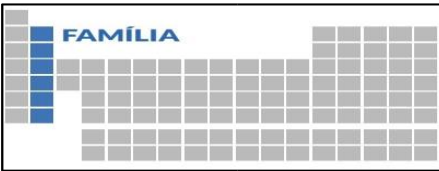
1864	John Alexander Reina Newlands [1838-1898], químico inglês, observou que, ao agrupar os elementos em ordem crescente de peso atômico, suas substâncias simples, excetuando o hidrogênio, apresentavam comportamento semelhante de oito em oito. Essa repetição de propriedades ficou conhecida como “lei das oitavas”. Sua restrição era que só se aplicava até o cálcio. No entanto, foi base para os trabalhos que deram origem à classificação atual
1865 a 1868	O médico inglês Willian Odling propôs uma classificação, estruturada em treze grupos, que englobava as tríades e considerava as substâncias formadas pelos átomos de cada elemento.

Fonte: Livro Química Cidadã vol. 1

Desses vários trabalhos, dois serviram de base para a elaboração da tabela que utilizamos hoje: o do químico siberiano Dimitri Ivanovich Mendeleev [1834-1907] e o do químico alemão Julius Lothar Meyer [1830-1895]. Eles desenvolveram estudos na mesma época, mas sem que um soubesse do outro. Mendeleev organizou sua tabela com base na ordem crescente de peso atômico e suas propriedades e observou que existiam espaços vazios, concluindo que deveriam existir elementos Químicos que ainda seriam descobertos que se encaixariam naqueles espaços, e previu inclusive suas propriedades. A tabela proposta por ele apresentava muitas imperfeições, mas trouxe para a Química contribuições ímpares, a principal delas foi a lei periódica (**As propriedades físicas e químicas dos elementos são funções periódicas de seus números atômicos**).

As contribuições de Myer e Mendeleev levantaram a comunidade científica, mas no século XX, em 1913, o físico britânico Henry G. J. Moseley [1887-1915], descobriu que as propriedades das substâncias estão relacionadas não as massas dos átomos, mas sim ao número atômico desses átomos. Baseado nisso foi possível organizar novamente a tabela, agora de acordo com a ordem crescente de número atômico. A tabela periódica atual, segue essa organização, e foi alterada pela última vez no ano de 2016 com a incorporação dos elementos químicos de número atômico 113, 115, 117 e 118, passando a ter 118 elementos atualmente. Os elementos na tabela periódica são classificados em Hidrogênio, Metais (Possuem brilho, são bons condutores de energia e maleáveis), Ametais (não possuem brilho, não conduzem corrente elétrica, são quebradiços), Semimetais (Apresentam propriedades intermediárias entre os metais e os ametais) e gases nobres (Não se ligam a nenhum elemento e possuem a camada de valência completa).

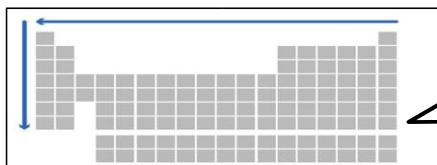
A tabela é dividida em **períodos** (São as linhas horizontais, definem o número de camadas dos elementos) e **grupos** (18) ou famílias (A ou B) (São as linhas verticais. No caso da família A definem o número de elétrons da camada de valência). Os elementos são ainda classificados em **Elementos representativos** (Família A, subnível s ou p preenchidos) e **elementos de transição interna e externa** (Família B, subnível d ou f preenchido).

 FAMÍLIA	FAMÍLIA (GRUPO)	Nº DE e- DE VALÊNCIA	Nº DE e- DE VALÊNCIA	NOME DO GRUPO
	1 A (1)	1	ns ¹	Metais alcalinos
	2 A (2)	2	ns ²	Metais alcalinos terrosos
	3 A (13)	3	ns ² np ¹	Família do Boro
	4 A (14)	4	ns ² np ²	Família do Carbono
	5 A (15)	5	ns ² np ³	Família do Nitrogênio
	6 A (16)	6	ns ² np ⁴	Calcogênios
	7 A (17)	7	ns ² np ⁵	Halogênios
	8 A (18)	8	ns ² np ⁶	Gases Nobres

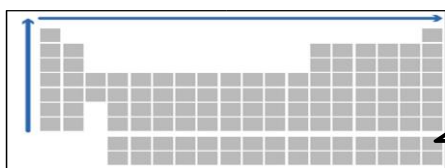
Os elementos podem ser classificados quanto ao seu estado físico em **Gasoso** (todos do grupo 18 (gases nobres), H, N, O, F e Cl), **Líquido** (Hg (o mercúrio é o único metal que em temperatura ambiente é líquido) e Br) e **Sólidos** (Todos os demais elementos).

Na Tabela periódica também é possível observar as Propriedades periódicas e Aperiódicas dos elementos. **Propriedades periódicas: ocorrem à medida que o número atômico de um elemento químico aumenta, ou seja, assumem valores que crescem e decrescem em cada período da Tabela Periódica.** São elas: raio atômico (Distância entre o núcleo do átomo e a última camada), energia de ionização (É a energia necessária para retirar um elétron do átomo no seu estado gasoso), Afinidade eletrônica (É a energia liberada quando um átomo ganha um elétron, no estado gasoso. A afinidade eletrônica é numericamente igual ao potencial de ionização. Os gases nobres apresentam afinidade eletrônica igual a zero), eletronegatividade (Mede a tendência do elemento em ganhar elétrons, define o seu caráter ametálico), eletropositividade (Mede a

tendência do elemento em perder elétrons, define o seu caráter metálico), densidade (Relação entre a massa e o volume), temperatura de fusão e ebulição (O elemento de maior ponto de fusão é o Carbono (C), este não obedece a regra de posicionamento na tabela. O elemento de maior ponto de ebulição é o Tungstênio (W). Os metais alcalinos e alcalinos terrosos contrariam a regra: PF e PE crescem de baixo para cima) e volume atômico (É o volume ocupado por um átomo-grama do elemento no estado sólido. Nas famílias o volume atômico não obedece a variação da densidade e sim a da massa atômica).

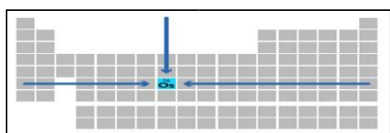


O raio atômico e a eletropositividade crescem com o aumento do número de camadas (aumento dos períodos) e diminuem com o aumento do número atômico. Vale ressaltar que no caso dos gases nobres a eletropositividade é zero.

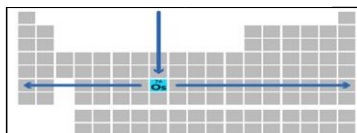


A energia de ionização, a eletronegatividade e a afinidade eletrônica decrescem com o aumento do número de camadas (aumento dos períodos) e aumentam com o aumento do número atômico. Vale ressaltar que no caso dos gases nobres a eletronegatividade é zero.

Densidade



Volume Atômico



Ponto de Fusão e de Ebulição



Propriedades Aperiódicas: São as propriedades cujos valores aumentam ou diminuem continuamente com o aumento do número atômico, mas não obedecem à posição na Tabela, ou seja, não se repetem em períodos regulares. São elas: calor específico, índice de refração, dureza e massa atômica.

Fontes:

SANTOS, W.; MOL, G. **Química cidadã**. Vol 1, 1ª ed. São Paulo: Ed Nova Geração, 2010.

SOUZA, L. A. de. Propriedades periódicas e aperiódicas. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/propriedades-periodicas-aperiodicas.htm>>. Acesso em: 25 abr. 2019.

TABELA PERIÓDICA. Mundo Química. Disponível em: <<http://www.mundoedu.com.br/uploads/pdf/59443990ad509.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2019.

APÊNDICE 3: Ficha dos alimentos para construção da Tabela Periódica Interativa

ANEXO 1: Texto “Raio-X dos crimes: um comparativo entre os impactos de Brumadinho e Mariana”

Leia um resumo das consequências socioambientais do rompimento das duas barragens da Vale em Minas Gerais

Bruna Caetano
Brasil de Fato | São Paulo (SP),
31 de Janeiro de 2019 às 08:37



Figura 1: Danos do rompimento da barragem de Mariana

Três anos após o crime ambiental da Samarco, de propriedade da Vale e da BHP Billiton, mais um desastre envolvendo a mineradora Vale assolou o país, no último dia 25 de janeiro. O rompimento da **barragem da Mina do Feijão**, em Brumadinho (MG), deixou, até o momento, 99 mortos e 261 desaparecidos.

Embora, o volume de rejeitos é 50 vezes menor que o da barragem de Fundão, em Mariana – 1 milhão de m³, contra 50 milhões de m³ os danos sociais e ambientais são igualmente assustadores.

A lama tóxica da **Samarco** percorreu 663 km até encontrar o mar, no Espírito Santo. A da barragem de Brumadinho, por sua vez, percorreu cerca de 205 km até agora, de acordo com a Fundação Joaquim Nabuco (Fundaj), e deve **chegar à bacia hidrográfica do rio São Francisco**, que abastece 550 municípios do país, atingindo 9,6% da população brasileira.

De acordo com Letícia Oliveira, do **Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB)**, a mineradora não tomou as medidas de segurança cabíveis para reparar os danos. “As sirenes [de aviso do rompimento] não tocaram, e alguns dos lugares indicados para as pessoas irem [em caso de rompimento] foram tomados por lama. Em Mariana, as empresas diziam que estava tudo sob controle.”

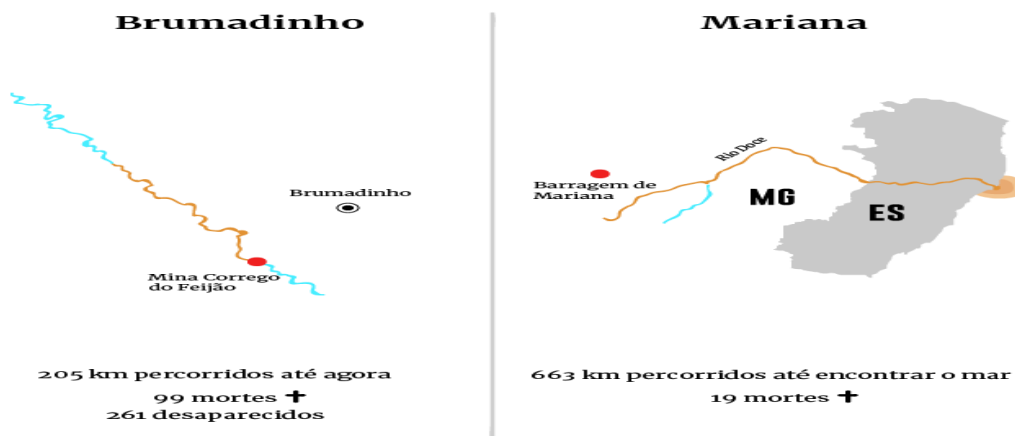
Até hoje, ninguém foi responsabilizado pela tragédia de Mariana, que deixou 19 mortos. A Samarco, dona da barragem e propriedade da Vale, foi multada em R\$ 610 milhões por órgãos ambientais, R\$ 346 milhões pelo Ibama, e R\$ 370 milhões pela Secretaria do Meio Ambiente de Minas Gerais (Semad). Desse valor, apenas R\$ 41 milhões foram pagos. E muitas famílias continuam sem assistência, pois a empresa não cumpriu o cronograma divulgado sobre a reparação financeira às famílias atingidas.

No caso de Brumadinho, a Vale também começa a acumular multas: R\$ 250 milhões pelo Ibama, R\$ 99 milhões pelo governo de Minas Gerais, R\$ 100 milhões pela prefeitura de Brumadinho e R\$ 50 milhões pela Prefeitura de Juatuba, pela contaminação do Rio Paraopeba.

Para Oliveira, é necessário que os órgãos da União e dos estados estejam capacitados para assistir as famílias atingidas, e que elas sejam protagonistas nos processos de decisão daqui para frente – e não apenas o Estado e a empresa. “A gente entende que, se as empresas

tivessem investido em segurança nesse processo, e não só nos lucros, isso tudo poderia ter sido evitado.”

A integrante do MAB acredita que é necessário mudar os princípios que regem a atividade mineradora, além de investir na retirada das famílias quando houver risco de rompimento de barragens.



(Infográfico: Lucas Milagres)

O número de mortes, decorrentes do rompimento da barragem em Brumadinho, é cinco vezes maior do que em Mariana. A Vale estima que havia mais de 300 empregados no local no momento em que a barragem se rompeu. A Mina Córrego do Feijão tem 613 empregados diretos e 28 terceirizados, que trabalhavam em 3 turnos de 24 horas nos 7 dias da semana.

De acordo com o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) e a Agência Nacional de Mineração (ANM), a barragem que se rompeu estava inativa e não recebia rejeitos desde 2015. Por isso, o dano ambiental tende a ser menor que em Mariana. Cinco engenheiros que atestaram segurança de barragem em Brumadinho foram **presos** na última terça-feira (25). No caso de Mariana, até hoje, ninguém foi preso ou responsabilizado criminalmente.

Edição: Mauro Ramos