



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PRPPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS – PPGE
NÍVEL DOUTORADO

**ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS: BUSCANDO
RELAÇÕES ENTRE DIFERENTES MODOS DE PENSAR E
CONTEXTOS EM ESTUDOS SOBRE FÁRMACOS E
AUTOMEDICAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências para obtenção do título de Doutora em Ensino das Ciências, na área de Educação.

Orientador (a): Prof^a Dr^a Edenia Maria Ribeiro do Amaral

Recife, 2018.

Bruna Herculano da Silva Bezerra

**ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS: BUSCANDO
RELAÇÕES ENTRE DIFERENTES MODOS DE PENSAR E
CONTEXTOS EM ESTUDOS SOBRE FÁRMACOS E
AUTOMEDICAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências para obtenção do título de Doutora em Ensino das Ciências, na área de Educação.

Orientador (a): Prof^a Dr^a Edenia Maria Ribeiro do Amaral

Recife, 2018.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Centra, Recife-PE, Brasil

M188c Bruna Herculano da Silva Bezerra
relações Abordagem de questões sociocientíficas: buscando
entre diferentes modos de pensar e contextos em estudos sobre
fármacos e automedicação no ensino de química / Bruna
Herculano da Silva Bezerra. – 2018.
289 f. : il.

Orientadora: Edenia Maria Ribeiro do Amaral.
Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de
Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ensino de
Ciências,
Recife, BR-PE, 2018.
Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).

1. Química – Estudo e ensino 2. Automedicação
3. Conhecimento e aprendizagem 4. Formação de professores
I. Amaral, Edenia Maria Ribeiro do, orient. II. Título

CDD 507

BRUNA HERCULANO DA SILVA BEZERRA

**ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS: BUSCANDO RELAÇÕES
ENTRE DIFERENTES MODOS DE PENSAR E CONTEXTOS EM ESTUDOS
SOBRE FÁRMACOS E AUTOMEDICAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências para obtenção do título de Doutora em Ensino das Ciências, na área de Educação.

Orientador (a): Profa. Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral

Em: / /

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral (Orientadora)

UFRPE

Prof. Dr. Cristiano Rodrigues Mattos

USP

Profa. Dra. Cláudia de Alencar Serra e Sepúlveda

UEFS

Profa. Dra. Helaine Sivini Ferreira

UFRPE

Profa. Dra. Ruth do Nascimento Firme

UFRPE

**A minha, avó Severina Ana
e ao meu avô, José Herculano
(*in memoriam*).**

AGRADECIMENTOS

*Sou feita de retalhos
Pedacinhos coloridos de cada vida que passa pela minha e que vou costurando na alma.
Nem sempre bonitos, nem sempre felizes, mas me acrescentam e me fazem ser quem eu sou.
Em cada encontro, em cada contato, vou ficando maior...
Em cada retalho, uma vida, uma lição, um carinho, uma saudade...
Que me tornam mais pessoa, mais humana, mais completa.
E penso que é assim mesmo que a vida se faz: de pedaços de outras gentes que vão se tornando parte
da gente também.
E a melhor parte é que nunca estaremos prontos, finalizados...*

Primeiro quero agradecer a Deus, que como autor desse grande bordado que é a vida, de retalhos em retalhos, me colocou diante de pessoas excepcionais que contribuíram para minha formação humana e profissional, a Ele que diante de todos os pequenos e grandes desafios me deu coragem para lutar.

Agradeço às mulheres da minha vida: Dona Ana (minha avó), Carminha (minha mãe) e Fátima (minha tia), pelo exemplo de guerreiras que são que me ensinaram desde sempre, o valor do trabalho, da luta e da perseverança.

A Edenia Amaral, minha orientadora desde a monografia, pelo que fomos construindo juntas na pesquisa e na vida. Aprendo muito com a senhora, nas aulas, nas orientações, nas conversas sempre tão esclarecedoras e no exemplo, de mulher forte, excelente professora e pesquisadora. Muito obrigada pela paciência de sempre!

Agradeço ao meu esposo Jefferson Bezerra, pela cumplicidade, incentivo, apoio, paciência e compreensão nesses quatro anos de doutorado e de casamento. Ao meu pai Alexandre Uchôa e meus irmãos Pedro e Renata.

Aos amigos queridos de sempre: Euzebio Simões, Flávia Vieira, Jaqueline Sabino, João Tenório e Paula Dias, pelas palavras de incentivo, apoio e força, por compartilharem comigo: oportunidades, conversas, alegrias e angústias, pela amizade, apoio e incentivo de sempre.

As amigas que o doutorado me deu: Fernanda Andrea, Roseli Britto e Valéria Borba pela união, apoio e torcida que tivemos umas pelas outras, principalmente nessa reta final. Saibam, vocês foram essenciais!

Aos professores que participaram da pesquisa pela disponibilidade, por acreditar na proposta e pela amizade que foi construída. E, aos estudantes das duas turmas que vivenciaram a proposta didática. Vocês foram excepcionais!

Agradeço à comissão examinadora: Prof. Dr. Cristiano Rodrigues Mattos, Profa. Dra. Cláudia e Alencar Serra e Sepúlveda, Profa. Dra. Helaine Sivini Ferreira e Profa. Dra. Ruth do Nascimento Firme pela leitura, discussões e contribuições a esta pesquisa.

Ao Núcleo de Pesquisa em Didática e Conceituação em Ciências (NUPEDICC) pelos momentos de aprendizagem que compartilhamos nas reuniões do grupo de pesquisa.

Aos meus alunos do curso de licenciatura em química da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Serra Talhada, representados por: Aparecido Antônio, Leiliane Alves, Jullyene da Silva, Maiara Saviane, Vanessa Ramos pela ajuda nessa reta final. E, aos meus primeiros orientandos da UFPE, Daiane Monteiro e Danilo Oliveira por escolherem ter compartilhado um momento tão importante da formação de vocês comigo.

*Haverá sempre um retalho novo para adicionar à alma.
Portanto, obrigada a cada um de vocês, que fazem parte da minha vida e que me permitem engrandecer minha história com os retalhos deixados em mim. Que eu também possa deixar pedacinhos de mim pelos caminhos e que eles possam ser parte das suas histórias.
E que assim, de retalho em retalho, possamos nos tornar, um dia, um imenso bordado de "nós".
Sou feita de retalhos (CRIS PIZZIMENTI, 2013).*

RESUMO

Essa pesquisa de doutorado buscou analisar a abordagem de Questões Sociocientíficas (QSC's) no ensino de química e as relações entre conhecimentos cotidianos, conhecimentos científicos e contextos, a partir de compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos implicados nos discursos produzidos em sala de aula. Nesse sentido a investigação foi desenvolvida em três etapas distintas: delimitação do campo de pesquisa, encontros pedagógicos de orientação e planejamento, e, por fim, a aplicação da sequência didática. Na primeira etapa, visitamos as escolas estaduais da cidade de Serra Talhada-PE, em busca de professores que atuassem no ensino de química. Esses professores foram convidados a participar da pesquisa e responder um questionário diagnóstico que tinha como objetivo identificar as concepções e percepções dos professores sobre a abordagem de QSC na sala de aula. Participaram dessa etapa 11 professores. Desses, apenas dois foram escolhidos para a etapa posterior (Jaqueline e João – nomes fictícios). Na segunda etapa, os dois professores escolhidos, participaram de três encontros pedagógicos de orientação e planejamento de uma sequência didática que seria aplicada em uma turma de cada professor. A partir das discussões nos encontros, os professores escolheram o tema “Fármacos e a Saúde Humana”, a turma (3º ano do ensino médio) e elaboramos um esquema de atividades para cada aula, que foi posteriormente, organizado enquanto planejamento pela pesquisadora. Na terceira etapa, aplicamos a sequência didática, com as turmas dos professores, no entanto, por questões de volume dos dados, optamos por analisar mais detalhadamente apenas uma turma, a da professora Jaqueline. Essa turma foi escolhida por apresentar elementos essenciais do ambiente de sala de aula (SADLER, 2011) que favorecem a abordagem de QSC, e pela maior participação dos estudantes ao longo das atividades. Essa etapa de aplicação da sequência didática foi vídeo gravada para posterior transcrição e análise. Nessa etapa, foi aplicado inicialmente um questionário com os estudantes sobre o tema e os conceitos importantes a compreensão do tema que também foi analisado. Em relação aos resultados da primeira etapa, observamos o quanto à abordagem de QSC era pouco conhecida entre os professores. O que aponta para a necessidade de que pressupostos teóricos e metodológicos sobre essas questões sejam trabalhados na formação inicial e continuada. Quanto à segunda etapa, de encontros pedagógicos de orientação e planejamento, por conta da pouca familiaridade com QSC dos professores colaboradores escolhidos, foi necessário para além das dimensões do planejamento trabalhar aspectos teóricos e metodológicos da abordagem. Na terceira etapa, de aplicação da sequência didática, destacamos que: os resultados do questionário diagnóstico aplicado aos estudantes indicam a necessidade de aprofundamentos tanto em relação aos conceitos quanto ao tema proposto. A análise dos episódios da sala de aula demonstrou que no contexto da discussão sobre QSC's diferentes modos de pensar emergem na fala dos estudantes quando QSC's são consideradas. E, tais modos de pensar se relacionam tanto a conhecimentos cotidianos quanto científicos imprimindo marcas do contexto que revelam compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos que evidenciam pontos de vista diversos sobre as QSC's apresentadas e um processo de negociação de sentidos e significados, no qual os estudantes se apropriam tanto da dimensão científica quanto da dimensão social da problemática.

ABSTRACT

This doctoral research sought a SocioScientific Issues (SSI) approach in the teaching of chemistry and the relations between the daily ones, the scientific and contextual knowledge, the epistemological, ontological and axiological commitments implied in the discourses produced in the classroom. I undertook an investigation in some stages: delimitation of the field of research, pedagogical meetings of orientation and development, and, finally, an application of the didactic sequence. In the first stage, visit the state schools of the city of Serra Talhada - PE, in search of teachers who work in teaching chemistry. This was the diagnosis and the diagnosis of the behavior of the SSI in the classroom. Eleven teachers participated in this stage. Of these, only two were chosen for a later stage (Jaqueline and John - fictitious names). In the second stage, the two teachers were chosen, participated in three pedagogical meetings of orientation and planning of a didactic series that would be applied in a class of each teacher. From the group of discussions, the selected teachers of the theme "Drugs and Human Health", a third year of high school, a scheme of activities is developed for each class, while preparing the researcher. The third stage, we applied the didactic sequence, with the classes of the teachers, however, due to data volume, we chose to analyze in more detail only one class, of the teacher Jaqueline. This group was chosen by the main essential elements of the classroom (SADLER, 2011) that favor the approach of SSI, and by the greater participation of the students throughout the activities. This was an application of the didactic sequence was filmed for subsequent transcription and analysis. At that stage, a questionnaire was published with the same ones on the subject and the important components for the understanding of the subject that also was analyzed. Regarding the results of the first stage, noting how much the SSI approach was somewhat different among teachers. What is to make the theoretical and methodological assumptions about the issues related to initial and continued life. The first step, the orientation and planning pedagogical meetings, due to the familiarity with the SSI of the teachers were the most used, and it was necessary to plan the issues related to the theoretical and methodological aspects of the approach. In the third step, the application of the didactic sequence, which stood out: the results of the diagnostic process were applied to all the students, in order to indicate the objectives in relation to the themes related to the proposed theme. An analysis of the classroom episodes demonstrated the context of the discussion about the different modes of thinking of the SSI. And such modes of thinking relate to both legal and scientific issues, imprinting marks of context that reveal epistemological, ontological, and axiological commitments that evidence points of view about SSI quality and a process of negotiation of meanings and meanings, not Students appropriate both the human dimension and the social dimension of the problem.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relação entre os fatores e as consequências sociais na tradição europeia e americana	32
Figura 2: Elementos sociocientíficos da alfabetização científica (Tradução nossa)	51
Figura 3: Conhecimento Cotidiano, do Simples ao Complexo	69
Figura 4: Representação gráfica do quadro emergente para a educação baseada em QSC	72
Figura 5: Elementos do Designer Essenciais e Recomendados para a educação baseada em QSC	74
Figura 6: Experiências de Aprendizagem Essenciais e Recomendadas para a educação baseada em QSC	76
Figura 7: Características essenciais do ambiente de sala de aula para apoiar a educação baseada em QSC	79
Figura 8: Atributos essenciais do professor para apoiar a educação baseada em QSC	80
Figura 9: Esquema representativo dos Aspectos Envolvidos nas QSC	82
Figura 10: Metodologia de proposição de um perfil conceitual	108
Figura 11: Elementos pedagógicos centrais à abordagem de QSC na sala de aula	173
Figura 12: sistematização das categorias de análise associada ao tipo de contexto.	219
Figura 13: Sistematização dos tipos de compromisso e sua relação com os modos de pensar	220
Figura 14: sistematização das categorias de análise associada ao tipo de contexto	250

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Abordagem do Ensino de ciências com enfoque CTS	45
Quadro 2: Sistematização das diferentes origens de um contexto, contribuições ou funções	59-60
Quadro 3: Função do contexto em diferentes abordagens de ensino	61
Quadro 4: Comparação das características das QSC com a ciência escolar tradicional	66
Quadro 5: Caracterização das Ordens de Aprendizado	123
Quadro 6: Mapeamento das Escolas da Rede Pública Estadual de Serra Talhada – PE	130
Quadro 7: Questionário aplicado aos Professores da Rede Pública de Serra Talhada-PE	130-131
Quadro 8: Programa dos Encontros Pedagógicos de Orientação e Planejamento da SD	132
Quadro 9: Relações Semânticas (LEMKE, 1997)	136-137
Quadro 10: Sistematização das Respostas dos Professores a questão 1.	144 - 145
Quadro 11: Sistematização das respostas dos professores à questão 2.	146-147
Quadro 12: Sistematização das Respostas dos Professores a questão 3.	148
Quadro 13: Sistematização das Respostas dos Professores a questão 6.	151
Quadro 14: Sistematização das Respostas dos Professores a questão 8.	154
Quadro 15: Sistematização das Respostas dos Professores a questão 9.	159-160
Quadro 16: Sistematização das Respostas dos Professores a questão 10.	167
Quadro 17: Planejamento da Sequência Didática	175-176
Quadro 18: Situação 1- Automedicação: solução ou problema?	178
Quadro 19: Situação 2- Sobre a polêmica entre medicamentos genéricos, similares e de referência do fabricante e a patente do fabricante.	179
Quadro 20: Mapa de atividades por aula para o 3ª A (Professora Jaqueline)	185-186
Quadro 21: Sistematização das respostas dos estudantes à 1ª questão do questionário.	188-189
Quadro 22: Sistematização dos modos de pensar em zonas do perfil conceitual de substância a partir das categorias emergentes	190
Quadro 23: Sistematização das respostas dos estudantes à 2ª questão do questionário.	191-192
Quadro 24: Sistematização das respostas dos estudantes para a 4ª e 5ª questão do questionário.	195-196
Quadro 25: Sistematização das respostas dos estudantes para 7ª questão do questionário.	199-200
Quadro 26: Sistematização das respostas dos estudantes para 9ª questão do questionário.	202-203
Quadro 27: Episódio 1 - Introdução à problemática sobre automedicação através do vídeo “a pílula da inteligência”.	206-211

Quadro 28: Sistematização das relações semânticas presentes nas falas dos estudantes no episódio 1	212-213
Quadro 29: Esquema que categoriza as três comunidades discursivas que emergiram do episódio 1 e os respectivos modos de pensar com os quais se associam	218
Quadro 30: Sistematização da relação entre Formas de Falar, Modos de Pensar e Compromissos no Episódio 1.	221-223
Quadro 31: Episódio 2 - Discussão do grupo 1 Sobre a QSC da Automedicação	226-227
Quadro 32: Sistematização das relações semânticas presentes nas falas dos estudantes no episódio 2	230
Quadro 33: Sistematização das relações entre as ideias que emergiram no episódio 2 (comunidades discursivas) e os respectivos modos de pensar com os quais se associam	232
Quadro 34: Sistematização da relação entre Formas de Falar, Modos de Pensar e Compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos no Episódio 2.	234-237
Quadro 35: Discussão do grupo 1 sobre a QSC 2, em relação aos medicamentos de referência, Genéricos e similares.	239-241
Quadro 36: Sistematização das relações semânticas presentes nas falas dos estudantes no episódio 3	243-244
Quadro 37: Esquema que categoriza as três comunidades discursivas do contexto indexical que emergiram no episódio 3 e os respectivos modos de pensar com os quais se associam	248-249
Quadro 38: Sistematização da relação entre Formas de Falar, Modos de Pensar e Compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos no Episódio 3.	251-253

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Objetivo Geral.....	24
1.2. Objetivos Específicos	24
2. ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE (CTS) E ABORDAGEM DAS QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS.....	26
2.1. Ciência, Tecnologia E Sociedade (CTS): Breve Contexto Histórico Do Movimento....	27
3. QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: O QUE SABEMOS E PARA ONDE VAMOS?.....	44
3.1. Aspectos epistemológicos das questões sociocientíficas: definição e natureza	49
3.2. Aspectos contextuais das questões sociocientíficas.....	58
3.3. Aspectos sociais das questões sociocientíficas	62
3.4. A complexidade das questões sociocientíficas	65
3.5. Aspectos pedagógicos das questões sociocientíficas.....	70
4. A TEORIA DO PERFIL CONCEITUAL	85
4.1. Os fundamentos teóricos da teoria do perfil conceitual.....	85
4.2. O perfil conceitual e a aprendizagem de ciências.....	91
4.3. Os Fundamentos Epistemológicos da Teoria do Perfil Conceitual	99
4.4. Os Fundamentos Metodológicos da Teoria do Perfil Conceitual	104
4.4.1. Determinando zonas do Perfil Conceitual	104
4.4.2. Perfis Conceituais como perspectiva para investigar as dimensões cognitiva e social a partir das interações discursivas na sala de aula	110
4.5. O Perfil Conceitual Complexo.....	112
4.5.1. O que é o Perfil Conceitual Complexo?	113
4.5.2. O Conceito e o Contexto como Objetos Complexos.....	118
4.5.3. O que muda em relação à Aprendizagem no Perfil Conceitual Complexo	122
4.6. Articulação entre o Perfil Conceitual e as Questões Sociocientíficas	124
5. METODOLOGIA DA PESQUISA: DA NATUREZA DA INVESTIGAÇÃO AO TRATAMENTO DOS DADOS	128
5.1. Delimitação dos sujeitos e do campo de pesquisa	129
5.2. Encontros Pedagógicos de Orientação e Planejamento da SD	132
5.3. Aplicação da SD em turmas do Ensino Médio da Rede Pública de Serra Talhada-PE.....	133
5.4. Metodologia para Análise do Questionário Diagnóstico aplicado aos Estudantes.....	134
5.5. Metodologia para Análise das interações discursivas.....	135
6. ANÁLISE DOS DADOS.....	140
6.1. Etapa 1: Delimitação do Campo e Sujeitos de Pesquisa - Análise dos Questionários Aplicado aos Professores.....	140
6.1.1. Perfil do Profissional do Professor	141
6.1.2. Postura em relação à abordagem de QSC em sala de aula	144
6.1.3. Indícios de Familiaridade com QSC	149
6.1.4. Análise quanto às respostas às QSC	158
6.2. Etapa 2: Encontros Pedagógicos - Análise da Sequência Didática Elaborada coletivamente nos Encontros Pedagógicos	172
6.3. Etapa 3: Análise da Aplicação da Sequência Didática.....	183

6.3.1. Caracterização das Turmas e Descrição das Situações de Aprendizagem	183
6.3.2. Análise dos Questionários dos Estudantes	186
6.3.3. Análise das interações discursivas	204
6.3.3.1. Análise do Episódio 1: A Pílula da Inteligência	205
6.3.3.2. Análise das interações discursiva produzidas na Experiência de Aprendizagem Culminante.....	224
6.3.3.2.1. Análise do Episódio 2: QSC sobre Automedicação	225
6.3.3.2.2. Análise do Episódio 3: QSC sobre medicamentos de Referência x Genéricos x Similares	238
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	255
7. REFERÊNCIAS.....	260
<i>APÊNDICES.....</i>	<i>268</i>
<i>ANEXOS.....</i>	<i>283</i>

1. INTRODUÇÃO

Nesse trabalho temos como objetivo geral analisar a abordagem de questões sociocientíficas (QSC's) no ensino de química e as relações que se estabelecem entre conhecimentos cotidianos, conhecimentos científicos e contextos a partir de compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos implicados na heterogeneidade dos discursos produzidos em sala de aula. Para isso buscamos articular alguns pressupostos da teoria do perfil conceitual ao estudo das questões sociocientíficas (QSC) e sua abordagem em sala de aula. Mais especificamente, buscamos tecer relações entre os modos de pensar e formas de falar e os aspectos conceituais e contextuais implicados na abordagem de QSC.

Os diferentes modos de pensar e formas de falar, isto é, a heterogeneidade do pensamento e da fala se estrutura a partir dos compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos implicados nas ideias expressadas pelos estudantes em sala de aula quando situações relativas a diferentes contextos são abordadas. No âmbito dessas discussões e a partir dessa articulação entre QSC e Perfil conceitual pretendemos verificar a pertinência do conhecimento científico quando diferentes contextos são explorados em salas de aula e identificar como os significados construídos e expressos a partir desses contextos emergem e são mobilizados em processos de tomada de decisão.

No ensino de Ciências, as QSC apresentam potencialidades para explorar diferentes contextos trabalhando aspectos políticos, ideológicos, culturais e éticos que envolvem a Ciência contemporânea. Assim, como aspectos relacionados à natureza da ciência e da tecnologia, tomada de decisão, raciocínio ético-moral, reconstrução sócio crítica e ações adjacentes às interações do movimento CTS, como por exemplo, a formação para a cidadania.

As QSC incluem discussões, controvérsias ou temas diretamente relacionados aos conhecimentos científicos e/ou tecnológicos que possuem um grande impacto na sociedade (MARTINEZ PÉREZ, 2012). São questões que abrangem a formação de opiniões e a escolha de juízos sejam eles pessoais e/ou sociais, implicam valores e aspectos éticos e relacionam-se com problemas sociais de ordem local, nacional e global (RATCLIFFE e GRACE, 2003).

A abordagem de QSC na sala de aula possibilita a contextualização de conceitos científicos invertendo um pouco a lógica escolar tradicional, na qual os conceitos são apresentados como produtos finais, como experiências reproduzíveis em qualquer contexto e como resposta

hegemônica as questões e desafios que se colocam diante dos estudantes. Enquanto que na abordagem de QSC, as respostas e experiências não são necessariamente reprodutíveis, o contexto ganha importância e pode ser discutido no problema, explorando-se diferentes olhares em que se considerem diferentes visões sobre o conceito e como são úteis para explicar um determinado tipo de situação ou problema.

Na pesquisa em ensino das ciências, em especial, no ensino da química, são apresentadas inúmeras propostas e estratégias didáticas na perspectiva de contribuir para assegurar um bom ensino e aprendizagem dos conceitos científicos estudados. Ao refletir sobre as condições para um ensino inovador, podemos enfatizar que, em aulas de química, não é suficiente abordar apenas conteúdos de química, é imprescindível discutir relações e usos entre diversos saberes buscando ampliar a capacidade de compreensão do mundo e o senso crítico dos estudantes, considerando que eles vivem em um contexto social de grande desenvolvimento científico e tecnológico. Esse cenário demanda uma aproximação dos conteúdos científicos escolares com o contexto da vida do aluno, com situações concretamente vivenciadas pelos mesmos nas diversas esferas sociais.

As QSC ganham importância no ensino de Ciências porque se articulam a essa demanda de relacionar conteúdos escolares ao contexto da vida dos alunos. Diversos documentos oficiais têm apontado para a necessidade de uma formação mais crítica e reflexiva, e se constituem como eixos orientadores para reflexões e discussões da prática pedagógica, por exemplo: a organização de princípios e bases para a educação no Brasil, estabelecida inicialmente pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) de 1996, regulamentada em 1998 pelas Diretrizes do Conselho Nacional de Educação, e diversos outros documentos oficiais, dos quais podemos citar os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), em 2000, as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCEN), em 2006, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica, em 2012, e atualmente está em curso a discussão sobre uma Base Nacional Comum Curricular e a Reforma do Ensino Médio.

Em conformidade com documentos oficiais, em 2000, o Ministério da Educação e Cultura – MEC, divulgou os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN, propondo “a contextualização como possibilidade de o estudante relacionar os conteúdos em estudo com o meio em que vive [...]” e conforme retomado e disposto nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006): “Garantindo a participação ativa do sujeito na vida cidadã”. Assim sendo, a contextualização do ensino ganha grande importância no processo de ensino-aprendizagem, com implicações para a

organização de currículos, a aprendizagem dos estudantes e para a prática pedagógica dos professores, de modo geral, incluindo aqueles dedicados às ciências da natureza.

No entendimento de Kato (2011), o princípio da contextualização no ensino não é recente e não se originou dos documentos oficiais das propostas dos parâmetros curriculares (PCN). Propostas anteriores já preconizavam utilizando outros termos ou formas, para suprir as lacunas de um ensino fragmentado, formal, isolado, no qual as discussões sobre contextos reais eram limitadas e os conteúdos estudados eram pouco articulados ao mundo vivido pelos alunos.

Segundo Wartha et al. (2013) o termo “contextualização” tem sido bastante utilizado no âmbito das Ciências e mais especificamente no Ensino de Química, embora venha sendo interpretado de várias maneiras. Entre as diferentes interpretações estão àquelas caracterizadas, por alguns educadores em Química, como mais simplista, na qual a contextualização assume é compreendida como uma explicação científica de fatos e processos pertencentes ao cotidiano dos estudantes. Outra concepção, apontada pelos autores como, mais elaborada, propõe a contextualização como estratégia ou metodologia de ensino, pela qual o professor busca uma aproximação entre fatos e processos da realidade social e os conhecimentos científicos, de modo que os alunos possam atribuir significados ao que é estudado. E uma terceira concepção, mais complexa, que entende a contextualização como princípio norteador para o ensino de ciências, na perspectiva de uma educação transformadora, como no modelo Freireano de problematização, organização e aplicação do conhecimento. Nessa vertente, os autores esclarecem que:

(...) a contextualização é visivelmente o princípio norteador para o ensino de ciências, o que significa um entendimento mais complexo do que a simples exemplificação do cotidiano ou mera apresentação superficial de contextos sem uma problematização que de fato provoque a busca de entendimentos sobre os temas de estudo. Portanto, contextualização não deveria ser vista como recurso ou proposta de abordagem metodológica, mas sim como princípio norteador (WARTHA et. al., 2013, p. 90).

Atualmente, diversas propostas no Ensino de Ciências assumem a contextualização como princípio norteador em sua elaboração e desenvolvimento e discutem a importância de uma formação que ultrapasse os modelos tradicionais de ensino pautados na transmissão de conteúdos memorizáveis e facilmente esquecidos após as avaliações.

De certa forma, todos esses estudos relativos à contextualização justificam a importância de propostas e abordagens de ensino que contemplem, por exemplo, discussões sobre as interações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e suas implicações o que contribui para

que ganhem cada vez mais interesse e destaque na educação científica, em diferentes níveis de ensino. E também têm provocado, segundo Santos e Porto (2013) mudanças nos livros didáticos que, até os anos 1970, eram considerados livros distantes da vida do aluno, e que hoje buscam de alguma forma vincular a presença da Ciência e da Química em nossas vidas.

Para além das QSC, na literatura, são propostas várias estratégias para o ensino de química que possibilitam uma abordagem contextualizada dos conteúdos químicos, imprimindo relevância a aspectos sociais relacionados aos mesmos. Uma das possibilidades para atender a essa demanda é a organização do programa escolar a partir de temas, ou seja, uma organização curricular balizada pela abordagem temática (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2007).

Santos e Schnetzler (1997, 2010) argumentam que, considerando a finalidade da educação básica de assegurar ao educando a formação indispensável ao exercício da cidadania, é importante que documentos curriculares contemplem articuladamente eixos do conhecimento químico (propriedades, transformações e constituição) com abordagem de temas sociais, propiciando aos estudantes o desenvolvimento de atitudes e valores aliados à capacidade de tomada de decisões responsáveis diante de situações reais.

Paulo Freire (1967, 1987, 1992), já falava em abordagem temática antes mesmo da publicação dos documentos oficiais e a defendia uma estratégia que visava a mediatização dos conhecimentos por meio de uma educação problematizadora, de caráter reflexivo, de arguição da realidade, na qual o diálogo começava a partir da reflexão sobre contradições básicas de situações existenciais, consubstanciando-se na educação para a prática da liberdade. Para Freire (1967 e 1987), os temas sociais e as situações reais propiciam a práxis educativa, que, enriquecida pela nova linguagem e pelos novos significados, transforma o mundo, em vez de reproduzi-lo.

Nessa perspectiva, a abordagem temática surge enquanto uma estratégia para contextualização dos conteúdos disciplinares visando à construção do conhecimento por parte do estudante e o desenvolvimento de competências necessárias para entender e intervir na sua realidade. Em extensa revisão da literatura Halmenschlager (2011) faz um levantamento sobre propostas curriculares para o ensino de Ciências, organizadas a partir de temas, entre elas caracteriza: a situação de estudo (SE) (ARAÚJO, AUTH E MALDANER, 2005; MALDANER E ZANON, 2001), a abordagem temática na perspectiva Freiriana (DELIZOICOV, 2008), o ensino a partir de temas que envolvem as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente - CTSA (SANTOS E SCHNETZLER, 1997; 2010; SANTOS E MORTIMER, 2000; PINHEIRO,

SILVEIRA E BAZZO, 2007), a articulação entre abordagem temática Freiriana e CTSA (MUENCHEN et al, 2005; AULER, 2002) e os temas conceituais (MORTIMER, MACHADO E ROMANELLI, 2000).

Em relação ao ensino a partir de temas que envolvem as relações CTSA, Santos e Mortimer (2009) argumentam que a introdução desses temas através de questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas à ciência e à tecnologia tem sido recomendada em currículos com ênfase em CTSA, os quais possuem como principal objetivo a formação para a cidadania. Essas questões originalmente denominadas *SocioScientific Issues (SSI)* podem ser traduzidas como Questões Sociocientíficas (QSC) ou Temas Sociocientíficos. Entre as perspectivas de ensino acima citadas, as QSC têm na contextualização e na interdisciplinaridade importantes eixos que podem ser explorados na abordagem em sala de aula.

Enfatiza-se, ainda, que o currículo com ênfase na discussão das QSC's tem por objetivo o desenvolvimento de princípios e valores. “Esses valores estão vinculados aos interesses coletivos, como os de solidariedade, de fraternidade, de consciência do compromisso social, de reciprocidade, de respeito ao próximo e generosidade (SANTOS e MORTIMER, 2009)”.

Na abordagem de QSC, espera-se que o processo de ensino e aprendizagem vá além da apropriação de conteúdos e que contribua para a formação integral do aluno enquanto cidadão consciente das aplicações da ciência e tecnologia e suas influências no mundo contemporâneo. Professores de ciência em geral têm resistência e dificuldades em promover debates em torno de questões sociocientíficas com isso, muitas vezes a abordagem dessas QSC's ou de temas CTSA acaba se restringindo a ilustração de aplicações tecnológicas, conforme aponta Santos (2007), com exemplos de implicações desvinculados dos conceitos científicos que se pretende abordar. Essa resistência e dificuldade se revela no próprio planejamento de ações e estratégias em sala de aula, tanto para professores em exercício quanto para aqueles que estão na formação inicial. Observamos em trabalhos anteriores (SILVA e AMARAL, 2013; SILVA e AMARAL, 2014) realizados com licenciandos em Química da UFRPE que mesmo após um processo formativo sobre “A Perspectiva CTSA para o Ensino de Ciências” ao elaborar sequências didáticas com foco na discussão das interações entre CTSA, esses licenciandos apresentam dificuldades de articulação entre temas, conteúdos e estratégias didáticas na elaboração de seus planejamentos. Quando da apresentação de alguns desses planejamentos fica claro que na elaboração da questão sociocientífica ou de um tema têm-se um conjunto de aulas que acaba se restringindo a ilustração de aplicações científicas e

tecnológicas ou as implicações na sociedade e outro conjunto de aulas em que os conceitos químicos são abordados de maneira estanque à QSC ou ao tema. Quase como se ora se priorizasse a dimensão temática na abordagem em sala de aula em detrimento da dimensão epistemológica e ora o oposto.

Para Santos (2007), compreender o papel da abordagem curricular sobre as interações entre CTSA em uma perspectiva crítica e reconhecer a importância de se incluir no currículo aspectos sociocientíficos é, sem dúvida, um importante passo para se vencer o desafio da mudança de postura em sala de aula. O autor argumenta que:

Não se trata de simplificar currículos, reduzindo conteúdos, mas sim de ressignificá-los socialmente, de forma que possam ser agentes de transformação social em um processo de educação problematizadora que resgate o papel da formação da cidadania. Buscar a vinculação, portanto, dos conteúdos científicos com temas CTSA de relevância social e abrir espaço em sala de aula para debates de questões sociocientíficas são ações fundamentais no sentido do desenvolvimento de uma educação crítica questionadora do modelo de desenvolvimento científico e tecnológico (SANTOS, 2007, p.10).

As questões sociocientíficas apresentam uma ampla discussão sobre aspectos da Ciência, para além da investigação científica e significado dos conceitos científicos envolvidos na temática abordada perpassando por uma compreensão da complexidade do mundo. Fensham (2012), ao tratar sobre a complexidade do mundo e a necessidade de se inserir na escola discussões que preparem os estudantes para lidar com essa complexidade e tomar decisões acertadas sobre questões e problemas sociocientíficos fundamentais, declara que:

A sociedade moderna está repleta de inúmeros exemplos de aplicações diretas do conhecimento estabelecido de cada uma das disciplinas científicas. Aquecimento e arrefecimento, abrigo, preparação e consumo de alimentos, são apenas alguns dos aspectos da vida para o qual esse conhecimento disciplinar faz diferença positiva para o bem-estar pessoal, social e global. Às vezes, essas aplicações, no entanto, têm consequências negativas imprevistas para a sociedade humana e para o meio ambiente, tornando-se questões mais amplas e exigindo que a ciência seja revisada (FENSHAM, 2012, p. 15, Tradução Nossa).

Os processos de construção do conhecimento escolar supõem a inter-relação dinâmica entre diversas formas de conhecimento: conceitos cotidianos e químicos, saberes teóricos e práticos; não na perspectiva da conversão de um no outro, nem da substituição de um pelo outro, mas, sim, do diálogo capaz de ajudar no estabelecimento de relações entre conhecimentos diversificados, pela constituição de um conhecimento plural capaz de potencializar a melhoria da vida como aponta as

OCEM (BRASIL, 2006). É fundamental na concretização dos conteúdos curriculares estabelecer essa relação entre teoria e prática e as diversas formas de conhecimento que nos permitem representar a realidade.

A teoria do perfil conceitual (MOTIMER, 1996/2014) defende que um conceito pode ser compreendido de diversas formas, assim, diferentes modos de pensar e formas de falar podem coexistir num mesmo indivíduo constituindo zonas do perfil conceitual que podem emergir conforme contextos específicos de uso apropriado do conceito. Cada zona esta suportada por compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos distintos que caracterizam cada modo de pensar e justificam as diferentes formas falar, compreender e representar a realidade. Várias zonas podem coexistir num mesmo indivíduo o que implica nessa inter-relação dinâmica entre diversas formas de conhecimento, não na perspectiva de substituição de um pelo outro, mas na sua coexistência, em busca da construção do conhecimento escolar que nos permita representar e compreender a realidade em sua complexidade.

A teoria dos perfis conceituais considera a heterogeneidade do pensamento verbal como ponto de partida e chegada e a multiculturalidade das salas de aula, além do fato dessa mesma sala de aula ser um lugar social complexo de interações entre os indivíduos, circunscritos em contextos diversos e que trazem em si discursos sociais, também heterogêneos e complexos. Essa heterogeneidade é inevitável e estará presente nos modos de pensar sobre os conceitos ensinados e aprendidos em sala de aula e se manifestará nos modos de falar tanto de professores quanto dos estudantes.

Essa ideia da heterogeneidade do pensamento verbal encontra apoio em autores como Tulviste (1991) e Wertsch (1988). Para Tulviste (1991) quando falamos em heterogeneidade do pensamento, significa que em qualquer cultura e em qualquer indivíduo, existem diferentes tipos de pensamento verbal, não só uma forma única, homogênea de pensar. Wertsch (1988), ao estudar os domínios genéticos de Vigotski (filogêneses, sociocultural e ontogenético) defende que modos de pensar se articulam de alguma forma a esses domínios e podem ser ranqueados geneticamente, mas sem embasar qualquer suposição de que formas mais recentes sejam pragmaticamente mais poderosas (SIMÕES NETO, 2016). Assim, perfis conceituais podem ser vistos como modelos de heterogeneidade dos modos de pensar disponíveis para pessoas com um determinado contexto cultural para uso em uma variedade de contextos ou domínios (MORTIMER, 1995, 2000). A teoria do perfil conceitual não visualiza uma desvalorização de modos não científicos de pensar, falar e

significar, mas reconhece-os como culturalmente adequados em algumas esferas da vida (SIMÕES nETO, 2016).

Segundo Rodrigues e Mattos (2009), acreditar que o conhecimento científico sobrepujará o conhecimento cotidiano, dada as suas limitações, é ignorar as próprias limitações do conhecimento científico, ignorar seus domínios de validade e limites. Concordamos com os autores quando defendem que ao mesmo tempo em que podemos pensar nas limitações do conhecimento cotidiano, devemos indicar também as limitações do conhecimento científico e assim, pensar sobre a potencialidade do trabalho com “contextos”, a partir da construção de cenários de diálogos. Nas palavras dos autores:

Colocando essa discussão em termos do contexto, podemos dizer que trazer um contexto de fora da escola (contexto exofórico), é trazer não só os problemas, soluções e conhecimentos deste contexto, mas é trazer também todas as motivações, valores e fins da atividade que se desenvolve nele, ou seja, trazer um contexto é trazer suas dimensões epistemológicas, ontológicas e axiológicas (RODRIGUES e MATTOS, 2009, p. 24).

Assim, defendemos que as questões sociocientíficas podem subsidiar a exploração, em sala de aula, de diferentes contextos da vida humana em suas dimensões epistemológicas, ontológicas e axiológicas mobilizando diferentes formas de conhecer e representar a realidade. Na aprendizagem dos conceitos, olhar para as dimensões ontológicas e axiológicas permitiria mobilizar outras formas de conhecimento e valores, diversas visões sobre o mesmo conceito e compreender as diferentes formas de representar a realidade. E a dimensão epistemológica permitiria explorar como o conhecimento científico ganha relevância quando diferentes contextos são mobilizados.

Na perspectiva de uma reflexão sobre o papel das questões sociocientíficas e sua relação com a aprendizagem dos conceitos científicos (dimensão epistemológica) tomamos como referencial teórico o modelo de perfil conceitual (MORTIMER, 1995; MATTOS e RODRIGUES, 2007; RODRIGUES e MATTOS, 2007). É importante ressaltar que dada à complexidade das QSC e sua potencialidade em explorar questões potencialmente problemáticas que emergem dos contextos da vida humana, uma análise unicamente epistemológica, seria equivocada e descaracterizaria de fato a abordagem e sua vinculação com o contexto. Por isso a escolha pela versão complexificada do perfil na qual agregam-se dimensões associadas a aspectos epistemológicos, ontológicos e axiológicos que evidenciam a complexidade do mundo e a possibilidade de diferentes formas de representação do conceito.

Mattos (2014) afirma que a teoria do perfil conceitual, numa perspectiva sócio-histórico-cultural, por dar especial atenção à práxis humana, pode ser uma excelente candidata para representar os processos de ensino e aprendizagem, não só nas atividades da escola, mas também em qualquer atividade humana. O autor propõe o perfil conceitual complexo como forma de ampliar as opções teóricas para a compreensão do processo de ensino e aprendizagem por considerar: a relação sempre dialética entre contexto e conceito; a coexistência dos conhecimentos anteriores com os novos aprendidos; a coexistência de diversas “visões” para representar um mesmo conceito em uma rede de perfis conceituais, na qual sejam considerados aspectos epistemológicos, ontológicos e axiológicos; e, por fim, permitir compreender o fato dos estudantes assumirem o discurso científico em determinadas situações e outros discursos em outras situações dependendo do seu uso frente ao contexto vivenciado.

Consideramos que os processos de construção do conhecimento escolar supõem a interação dinâmica de conceitos cotidianos e químico-científicos, não na perspectiva da conversão de um no outro, nem da substituição de um pelo outro, mas, sim, do diálogo capaz de ajudar no estabelecimento de relações entre conhecimentos diversificados, pela constituição de um conhecimento plural. Acreditamos que o perfil conceitual pode ajudar a compreender o processo de conceituação em ciências e a relação entre as diferentes formas de conhecimento.

Amaral e Mortimer (2004) apontam para a importância sobre o conhecimento sobre o perfil e as zonas do perfil conceitual, na medida em que podem contribuir para que o professor amplie o repertório de estratégias usadas na discussão de um conceito, incluindo aí a abordagem de aspectos: históricos, epistemológicos e contextuais.

Nessa direção, o trabalho com QSC's nos fornecerão subsídios para explorar através dos temas, conceitos específicos e trazer recortes do contexto social, histórico e cultural em que tais questões emergem. Assim, será possível estabelecer relações orgânicas entre os elementos contextuais explorados a partir da QSC e as dimensões do perfil conceitual que acabam por revelar critérios elegidos pelos indivíduos para explicar determinados fenômenos circunstanciais. Nessa perspectiva, elegemos como questões norteadoras para essa investigação:

- Como as QSC contribuem efetivamente para a complexificação dos conhecimentos cotidianos e para a aprendizagem dos conceitos científicos?

- Que relações podem se estabelecer entre a abordagem das Questões Sociocientíficas e a heterogeneidade do pensamento considerando diferentes modos de pensar e formas de falar que emergem na sala de aula?

- Como podem ser identificados e compreendidos relações entre questões sociocientíficas (QSC), contextos conhecimentos cotidianos e conhecimentos científicos?

Assim assumem-se como objetivos:

1.1.Objetivo Geral

- Analisar a abordagem de QSC's no ensino de química e as relações entre conhecimentos cotidianos, conhecimentos científicos e contextos, a partir de compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos implicados nos discursos produzidos em sala de aula.

1.2.Objetivos Específicos

- Identificar concepções e percepções de professores sobre QSC's e sua abordagem em sala de aula.
- Caracterizar diferentes modos de pensar que emergem quando questões sociocientíficas sobre fármacos e a saúde humana são abordadas na sala de aula.
- Compreender as relações que podem se estabelecer entre QSC's, a heterogeneidade do pensamento verbal e, conhecimentos científicos e cotidianos considerando dimensões epistemológicas, ontológicas e axiológicas.

Em síntese, as questões de pesquisa e os objetivos propostos nessa investigação buscam refletir sobre a potencialidade do uso de QSC para promover aprendizagem em termos conceituais e contextuais.

O presente trabalho encontra-se dividido em 5 capítulos, além da introdução apresenta a problemática e os objetivo e de algumas considerações tecidas ao fim da análise proposta. Nos capítulos um, dois e três são discutidos os pressupostos teóricos que vem contribuindo para

compreendermos as relações que pretendemos traçar no trabalho de tese. No primeiro capítulo apresentamos algumas considerações sobre o enfoque CTS e a abordagem de questões sociocientíficas apontando similaridades e particularidades que envolvem cada perspectiva na pesquisa e no ensino de ciências. No capítulo dois foram apresentados aspectos que se relacionam a abordagem de Questões Sociocientíficas e seus pressupostos teóricos e metodológicos. No capítulo três são apresentados os pressupostos teóricos e aspectos metodológicos da teoria do Perfil Conceitual. No capítulo quatro é apresentado o percurso metodológico desde aspectos da natureza da pesquisa até o tratamento dos dados, enquanto, no capítulo cinco, apresentamos os resultados e discussões referentes às etapas desta investigação, na perspectiva de caracterizar as possibilidades de relações entre os pressupostos teóricos discutidos na presente tese e a análise desses dados. Por fim, são tecidas algumas considerações sobre os resultados até então apresentados e possíveis desdobramentos da análise apresentada.

2. ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE (CTS) E ABORDAGEM DAS QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS.

Atualmente o desenvolvimento científico e tecnológico assume um papel central na sociedade e na vida dos cidadãos. Projetos de grande impacto no campo da ciência e tecnologia possibilitam uma série de transformações em diversos âmbitos da sociedade, proporcionando maior facilidade de comunicação global e mudanças na forma com a qual o homem se relaciona com o outro, com o trabalho, com a ciência e com a tecnologia. Torna-se difícil imaginar a economia, a política, a saúde, o ambiente as relações de trabalho sem relação com esse desenvolvimento.

O desenvolvimento científico e tecnológico tornou real o que antes era inimaginável: a nanotecnologia, os dispositivos eletrônicos presentes nas mais variadas atividades do dia a dia, artefatos tecnológicos, máquinas, alimentos transgênicos, armas químicas, manipulação genética, a utilização de células tronco embrionárias, entre outras investigações possíveis que geram “promessas”, mas também, questionamentos quanto às implicações sociais, ambientais e éticas no campo desse desenfreado desenvolvimento. Esse cenário abre espaço para reflexão sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade, o papel dos atores sociais envolvidos nesse processo e o papel da escola e da educação científica no panorama dessas discussões.

No contexto desses questionamentos, historicamente surgiu um movimento que chamou a atenção para essas e outras questões privilegiando a discussão de uma formação crítica de todos os cidadãos sobre questões que envolvem a ciência e a tecnologia nomeadamente conhecido como “movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS”. Esse movimento se originou nos países industrializados da Europa e dos Estados Unidos e se constituiu, na década de 1980, um movimento de renovação curricular importante que questionava o ensino centrado na transmissão descontextualizada dos conteúdos científicos (AIKENHEAD, 2005; PEDRETTI e NAZIR, 2011; MARTÍNEZ, 2012; MARTÍNEZ e MORENO, 2013; MARTÍNEZ e MORENO, 2014).

Neste capítulo, apresentamos um breve histórico sobre o movimento CTS e suas origens, discutindo a importância desse enfoque para a educação científica e apontamos para o surgimento de um movimento de renovação curricular que se alinha aos objetivos da educação científica na perspectiva dos pressupostos do movimento. Em seguida, considerando as discussões no cenário educacional, em especial nos últimos anos, acerca do currículo escolar e as possibilidades de reconstruí-lo, apresentamos brevemente algumas possibilidades de propostas de Abordagem

Temática que estão em desenvolvimento no âmbito do ensino de Ciências e suas principais características, apontando para as Questões Sociocientíficas (QSC) como uma tendência atual que vem ganhando espaço na pesquisa e no ensino de ciências. Procuramos distinguir a abordagem CTS da abordagem das questões sociocientíficas, a partir de um levantamento teórico no qual buscamos defini-las no âmbito da educação científica apontando para aspectos contextuais, epistemológicos, sociais e, sobretudo pedagógicos. Abrindo espaço para reflexão sobre como as QSC podem dar conta do ensino e da aprendizagem dos conceitos em sala de aula?

2.1.Ciência, Tecnologia E Sociedade (CTS): Breve Contexto Histórico Do Movimento

Os estudos em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), ou em inglês, *Science-Technology-Society* (STS), surgiram nos Estados Unidos da América, na educação universitária entre as décadas de 60 e 70 (NUNES, 2015). Após um longo período de convulsão e questionamentos sobre o desenvolvimento da ciência e da tecnologia e suas implicações para a sociedade. Foi um período que se caracterizou como um alerta em relação aos desastres provindos da ciência e tecnologia fora de controle. As destruições provenientes de acidentes nucleares e bombas atômicas utilizadas nas guerras e a degradação ambiental se constituíram como os principais fatores que despertaram os olhares críticos da sociedade sobre ciência e tecnologia.

Diversos estudos em áreas limites da tríade CTS, instauraram um cenário de tensão social nas décadas de 1950, 1960 e 1970. Nesse contexto de manifestações, questionamentos e debates políticos sobre ciência e tecnologia, nos países industrializados da Europa e da América do Norte, é que se consolida o Movimento CTS, que segundo Vascarezza e Auler (2002), mostrou-se inicialmente com um caráter muito mais militante e menos acadêmico associado com reivindicações de movimentos sociais mais amplos como o movimento contracultural e o movimento ambientalista. Esses movimentos, segundo Martínez Pérez (2012), representavam uma resposta crítica, mais precisamente, um enfrentamento a ordem vigente da época, caracterizada segundo o autor por conflitos bélicos e processos de dominação e controle cultural. O debate preconizado por tais movimentos procurava revelar esse grande paradoxo que envolvia e, envolve até hoje a ciência e a tecnologia: por um lado, tem-se a promoção do bem estar social e, por outro, impactos sociais e ambientais questionáveis.

Nesse contexto de dominação e controle cultural, a sociedade experienciava uma ambiguidade em relação ao papel da CT. O desenvolvimento científico e tecnológico se convertia

numa ferramenta de dominação e subversão, pois associado à ignorância popular e à imagem tradicional da ciência e tecnologia difundida na época fortalecia numa abordagem sócio histórica das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, uma visão clássica essencialista e triunfalista. Esta visão manteve-se tradicionalmente presente na imagem transmitida nos meios de divulgação e em diversos espaços do mundo acadêmico, e baseava-se no modelo de desenvolvimento vigente na época, nomeadamente conhecido como: modelo de desenvolvimento linear de progresso científico.

O modelo de desenvolvimento linear de progresso (AULER e BAZZO, 2001), era o contrato social aceito e estabelecido na época para se pensar o papel da ciência e tecnologia. De acordo com esse modelo, linearmente, o desenvolvimento científico (DC) geraria desenvolvimento tecnológico (DT), este geraria o desenvolvimento econômico (DE) que, geraria por sua vez, o desenvolvimento social (DS – bem-estar-social). Essa equação linear progressista fortalecia a visão essencialista e triunfalista da ciência e tecnologia, a neutralidade científica e o controle social estabelecido pelo modelo de decisão tecnocrática vigente na época.

A origem canônica desse pensamento essencialista e triunfalista se fundamentaram no positivismo lógico, filosofia da ciência, que surgiu no século XX, entre os anos 20 e 30, na Europa entre guerras. Essa corrente de pensamento positivista manteve sua hegemonia filosófica até os anos 60 e 70, e de uma maneira geral, entendia a ciência como “saber metódico”, ou seja, como um modo de conhecimento caracterizado dentro de uma estrutura lógica que correspondia a certo método no qual se combinava a avaliação empírica das hipóteses e o raciocínio dedutivo (fatores epistêmicos) negando-se tradicionalmente a importância dos fatores não epistêmicos para o avanço das ciências tão defendido na perspectiva do movimento CTS.

O método científico até então caracterizado, estabeleceu em linhas gerais, o acatamento de um severo código de conduta que garantiu o consenso e a honestidade profissional na ciência, preveniu controvérsias e evitou fraudes. Um exemplo da aplicação de tal método foi o sistema de arbitragem por pares, tal como se denomina, no qual um trabalho científico passava a ser objeto de avaliação de outros colegas, que se encarregariam de velar pela integridade intelectual e profissional da instituição, ou melhor, pela correta aplicação do método de trabalho e pelo bom funcionamento desse código de conduta. Bazzo (2003, p.121.) ressalta que nessa visão clássica essencialista e triunfalista oposta ao que se defende nos estudos em CTS:

[...] a ciência só pode contribuir para o maior bem-estar social esquecendo a sociedade, para dedicar-se a buscar exclusivamente verdade. A ciência, então, só pode avançar perseguindo o fim que lhe é próprio, a descoberta de verdades e interesses sobre a natureza, manteve-se livre da interferência de valores sociais mesmo que estes sejam benéficos. Analogamente, só é possível que a tecnologia possa atuar como cadeia transmissora na melhoria social se a sua autonomia for inteiramente respeitada se a sociedade for preterida para o atendimento de um critério interno de eficácia técnica. (BAZZO, 2003, p. 121)

Nesta perspectiva a ciência e tecnologia são apresentadas como formas autônomas à cultura, neutras e benfeitoras da humanidade. Este conceito tradicional de ciências uma vez enraizado orienta-se para uma lógica interna sem implicações de valorações externas que infelizmente, em nossos dias, fundamentam e legitimam formas tecnocráticas de governo que acabam por interferir e influenciar os projetos curriculares em todos os níveis de ensino em algumas instituições ou situações.

A elaboração doutrinal da manifestação desse pensamento de autonomização da razão científica e tecnológica em detrimento a sociedade ocorreu durante a segunda guerra mundial e deve-se originalmente a Vannevar Bush. Bush, influente cientista norte-americano, diretor da Agência para pesquisa científica e desenvolvimento durante a segunda guerra mundial, teve um papel protagonista na colocação em marcha do Projeto Manhattan para a construção das primeiras bombas atômicas, e em seu relatório intitulado “*science: the endless frontier* (ciência: a fronteira inalcançável)” no qual, reforça o modelo de desenvolvimento linear, o essencialismo e triunfalismo em destaque na época.

Diversas pesquisas contemporâneas de autores canônicos (ACEVEDO 1995, 1996, 2001; IGLESIA, 1997; SOLBES E VILCHES, 1992; LOUREIRO, 1996; AMORIM, 1995; HARRES, 1999) apontam para as influências dessas concepções de origem mais positivistas e ingênuas na visão tanto de professores quanto de alunos nos vários níveis e modalidades do Ensino de Ciências. Baseado nessas pesquisas e em alguns instrumentos internacionalmente reconhecidos, como o questionário *VOST* e o *COCTS*, Auler (2002) em sua tese de doutoramento desenvolveu um novo instrumento para categorizar essas concepções no que o autor chamou de mitos que necessitam ser superados em relação à CT. O autor definiu como mitos/dimensões a serem superadas considerando a visão de CT apresentadas pelos sujeitos pesquisados: o modelo de decisões tecnocrático fortemente alicerçado na crença da possibilidade de neutralizar/eliminar o sujeito do processo científico-tecnológico; a perspectiva salvacionista, redentora atribuída à ciência-tecnologia que nos reporta ao modelo progressista e desenvolvimentista de progresso e bem estar social e, por fim o

determinismo tecnológico, segundo o qual a tecnologia é autônoma e independe das influências sociais.

Essa leitura crítica sobre a ciência e a tecnologia na modernidade reivindicada inicialmente, pelo movimento CTS, baliza atualmente as discussões públicas sobre questões sociocientíficas e tecnológicas e nos leva, segundo Martínez Pérez (2012), a questionar o que há por trás do processo de institucionalização da ciência, uma vez que a gestão tecnocrática do Estado moderno legitima o controle social por meio da valorização dos especialistas e exclui dessa forma a possibilidade de participação popular.

Historicamente, uma série de estudos paralelos ao movimento CTS, contribuíram para legitimar o debate crítico sobre o papel da CT na sociedade e questionar o modelo progressista de desenvolvimento linear e essa visão cumulativa, dogmática e fechada em relação à ciência. Publicações polêmicas como a de Thomas Kuhn¹, em 1962, questionavam a concepção tradicional de ciência, em nível acadêmico, e suscitavam novas reflexões no campo histórico e filosófico da ciência. Os trabalhos de Kuhn contribuíram significativamente para uma compreensão transformadora do progresso científico, pensar em termos de revoluções científicas contrastava com visão cumulativa, impessoal e linear de progresso científico vigente na época.

Outra contribuição importante foi a da ambientalista Rachel Carson², que no mesmo ano, denunciava a contaminação dos recursos aquíferos com lixo e dejetos industriais e, ainda apresentava abundantes provas dos efeitos nocivos do diclorodifeniltricloroetano (DDT), um pesticida muito utilizado, na altura da Segunda Guerra Mundial, como forma de proteção contra insetos que transmitiam doenças (como a malária) e como modo controle de pragas na agricultura.

Tais publicações potencializaram discussões a respeito da interação Ciência-Tecnologia-Sociedade e suas aplicações. Influenciados, sobretudo, por esta segunda produção surgiram movimentos sociais e grupos ativistas, ambientais, pacifistas e contra culturais que denunciavam as consequências mais negativas das aplicações da ciência e da tecnologia para a sociedade,

¹ Thomas Kuhn (1922 – 1996), célebre historiador da ciência, mudou por completo a noção que se tinha sobre o progresso científico. Em sua polêmica publicação “A estrutura das Revoluções Científicas”, que trouxe à tona o uso do conceito de paradigma nos anos 1970/80, aplicado à história do fazer científico.

² Rachel Carson (1907-1964), ambientalista norte-americana, seu polêmico livro intitulado *Silent Spring* (Primavera Silenciosa), explana preocupações ecológicas: denuncia e condena a existência de rios da morte, ou seja, leitões de água poluídos que destroem a natureza à sua volta, acusando a indústria química de ser a responsável pela contaminação de recursos de água dos Estados Unidos da América.

questionando o controle tecnocrático³ (não democrático) de assuntos sociais, políticos e econômicos, incluindo aqui o campo das decisões nessas áreas.

Segundo Garcia et. al. (1996) existiram três momentos históricos que merecem destaque e assinalam as relações CTS, o primeiro momento foi o período imediatamente após a segunda guerra, que se caracterizou pelo otimismo frente às realizações científico-tecnológicas, o segundo momento foi o período entre as décadas de 50 e 60 que se caracterizou como o alerta em relação aos desastres provindos da tecnologia fora de controle e o terceiro momento, que se iniciou no fim dos anos 60 com o surgimento do movimento CTS e suas discussões e reivindicações e está presente até hoje, se caracterizou pela mudança em relação à ideia de que somente o progresso científico e tecnológico provocaria a resolução de todas as mazelas da sociedade.

Nos finais da década de 1950, apesar da euforia inicial e do otimismo proclamado pelo promissor modelo de progresso instituído, o mundo foi testemunha de uma sucessão de desastres relacionados com a ciência e tecnologia. Vestígios de resíduos contaminantes, acidentes nucleares em reatores civis de transportes militares, envenenamentos farmacêuticos, derramamento de petróleo, são alguns dos acontecimentos que provocaram na sociedade da época um alerta, refletindo em um sentimento de mal estar pela ciência. Havia um sentimento social e político de alerta e de correção do otimismo imediato do pós-guerra. Esse problemático contexto refletiu na percepção que se tinha a respeito da tecnologia que no imaginário das pessoas passou a ser convertida em uma palavra com sentido maligno, associada a armas químicas e nucleares, a cobiça e a degradação ambiental.

Diante desse contexto histórico, percebeu-se a necessidade que havia de uma revisão científico-tecnológica e sua relação com as questões sociais e ambientais. Nos meados o século XX, nos países capitalistas centrais, foi crescendo o sentimento de que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico não estava conduzindo, linear e automaticamente, ao desenvolvimento do bem-estar social.

As décadas de 1960 e 1970 demarcaram esse momento de revisão e correção do modelo linear e serviram de base para o delineamento da política científico-tecnológica que vem sendo aperfeiçoada até os dias atuais, adquirindo características mais intervencionistas, onde as esferas do poder público desenvolvem e aplicam uma série de instrumentos técnicos, administrativos e

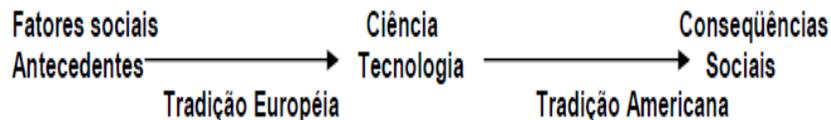
³ No modelo tecnocrático, a decisão política é tomada exclusivamente em função do referencial dos especialistas em ciências e em tecnologia.

legislativos para encaminhar o desenvolvimento científico e tecnológico e supervisionar seus efeitos sobre a natureza e a sociedade.

No contexto do surgimento do movimento CTS, é possível perceber três tradições: a Europeia, a Americana e o Pensamento Latino Americano. De acordo com García, Lopez e Cerezo (1996), a tradição Europeia (Science and technology studies) e a Americana (Science, Technology and Society) eclodiram no contexto sociopolítico do início do movimento e assumiram distintos interesses e pontos de partida que influenciam o discurso sobre CTS até hoje. Os autores afirmam que a principal diferença entre as duas tradições está na “dimensão social” da Ciência e da Tecnologia, enquanto que a tradição europeia coloca a ênfase na dimensão social antecedente aos desenvolvimentos científico-tecnológicos, na americana, a dimensão social é entendida como as consequências sociais, ou como os produtos da ciência-tecnologia incidem sobre as formas de vida e organização social.

A figura 1 descreve esquematicamente a relação entre os fatores e consequências sociais, anteriormente explicadas, nas duas tradições:

Figura 1: Relação entre os fatores e as consequências sociais na tradição europeia e americana



(Fonte: Tomazello, M.G.C., O Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade - Ambiente na Educação. Anais do I Seminário Internacional de Ciência, Tecnologia e Ambiente, 28 a 30 de abril de 2009. UNIOESTE, Cascavel – Paraná – Brasil).

Na Europa, o movimento ganhou força paralelamente ao que ocorreu nos EUA, com preocupações similares. Ocorreu em Londres a formação de uma fundação científica, na qual defendia-se a responsabilidade social da ciência. Na Dinamarca e na Suécia surgiram também vários outros movimentos. Nos países baixos criam-se as chamadas tendas da ciência onde cientistas e engenheiros, respaldados pelo governo forneciam informações a qualquer cidadão europeu a respeito de questões científicas e tecnológicas presentes na época.

Enquanto que no tradicionalismo europeu, o objetivo é descrever como os fatores econômicos, políticos e culturais contribuem na gênese e aceitação das teorias científicas e, tendo as ciências sociais como principais conhecimentos formadores de sua base. Segundo Bazzo (2003), são vários os programas que podem colocar-se dentro desta tradição:

- O Programa Forte⁴
- EPOR (Programa Empírico Relativista)⁵
- O SCOT (Construção Social da Tecnologia)⁶

A tradição americana, segundo Garcia (1996), apresentou um caráter mais prático em relação à europeia, pois nela a tecnologia pode ser percebida como um produto que tem capacidade de influenciar as estruturas e a dinâmica social. Nos Estados Unidos, esse movimento surge em resposta a uma inatividade sociocultural estabelecida nos anos cinquenta.

Os questionamentos da época giravam em torno do caráter benéfico da ciência e da tecnologia, e a grande crítica era a ideia, já então mencionada, de progresso essencialista. As reivindicações tinham um caráter de ativismo, na qual, se defendia os interesses públicos. Esse ativismo americano atuou em diversas áreas como consumismo, direito civil, meio ambiente, protestaram contra a guerra do Vietnam, empresas multinacionais e energia nuclear.

Os estudos CTS, nessa perspectiva centralizam-se nas consequências sociais e ambientais que o desenvolvimento científico-tecnológico pode causar. Apresentando como fundo epistemológico os conhecimentos da ética, história da tecnologia, teoria da educação, ciências políticas e filosofia social. O marco histórico impulsionador nesse contexto americano foi a criação em 1969 da EPA - *United States Environmental Protection Agency* (Agência de Proteção Ambiental dos estados Unidos), além do *Office of Technology Assessment* (Escritório de Avaliação de Tecnologias) em 1972.

Além disso, diversos movimentos sociais americanos entre os anos de 1970 e 1990 contribuíram para os estudos em CTS. Dentre eles destacam-se: os movimentos ambientais

4 Seus idealizadores Barry Barnes, David Bloor e Steven Shapin, defendiam uma ciência da ciência, implicando na superação da reflexão epistemológica tradicional e a reivindicação da análise empírica, isto é, só uma ciência, a sociologia, pode explicar adequadamente as peculiaridades do mundo científico.

5 Foi desenvolvido na Universidade de Bath por autores como H. M. Collins e Pinch. Agrupou investigadores que se dedicaram a estudar exemplos e casos concretos da prática científica – mais do que as teorias e as grandes hipóteses, interessaram-se por ações de investigações concretas.

6 Construção Social da Tecnologia para o estudo da tecnologia e da ciência.

agressivos que pregavam a desobediência civil, movimentos contrários a construção de centrais nucleares, protestos contra o tratado ABM (Tratado de mísseis antibalísticos), debates públicos em Cambridge e Massachusetts em 1976 e etc. O próprio movimento ecologista contemporâneo teve sua origem entrelaçada a esse contexto.

Apesar das discordâncias entre as duas tradições, de acordo com Cerezo (1998) pode-se indicar alguns pontos consensuais: rechaço a imagem da ciência tradicional da ciência e seu princípio de neutralidade; crítica à concepção de tecnologia como ciência aplicada e, por fim, a crítica ao modelo tecnocrático.

Além da linha europeia e norte-americana, Strieder (2012), em sua tese de doutoramento, aponta para o surgimento paralelo a essas linhas de pensamento, uma outra com preocupações mais específicas: o Pensamento Latino Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS). Criado entre 1950 e 1970 o PLACTS critica a dependência dos países menos desenvolvidos em relação aos industrializados e espera que a inovação melhore a vida dos cidadãos e favoreça o crescimento econômico (ZAUITH et al, 2011).

Essa corrente volta-se a preocupações movidas por questões de caráter local, dando forma ao pensamento da América latina sobre as questões da ciência, tecnologia e sociedade e criticando a ênfase tradicionalmente adotada nesses países de imitar o modelo de desenvolvimentista dos países desenvolvidos. Um dos principais elementos que levou à formação do PLACTS foi o descontentamento de parte da comunidade de pesquisa latino-americana frente às recomendações de política pregadas pelos organismos internacionais, em especial pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e pela Organização dos Estados Americanos (OEA).

Essas recomendações apresentavam uma estreita relação com a visão linear da relação entre ciência, tecnologia e desenvolvimento, presente no Relatório do Vanevar Bush. A grande maioria dos pensadores que compunham o PLACTS partiu principalmente da área de ciências “duras” e de engenharias. Entre os principais expoentes dessa corrente estão Amílcar Herrera, Jorge Sábato, José Leite Lopes, Francisco Sagasti, Osvaldo Sunkel e Oscar Varsavsky (VACCAREZZA, 2004).

Segundo Strieder (2012) a preocupação que funda os estudos CTS na América Latina surge num clima de intensa discussão sobre ciência e tecnologia na Faculdade de Ciências Exatas da Universidade de Buenos Aires é diferente da que se verificou na Europa, na qual o ambiente acadêmico das Humanidades lhes oferecia substrato cognitivo. E também daquela que ocorreu nos

EUA, onde os estudos CTS derivaram dos movimentos sociais do final dos anos sessenta, contra a aplicação de recursos públicos à política de desenvolvimento militar e as suas implicações negativas, como a energia nuclear, sobre a vida das pessoas.

Entre as principais contribuições do PLACTS encontra-se não apenas os questionamentos quanto às consequências sociais do desenvolvimento científico e tecnológico ou seus antecedentes, mas, principalmente a crítica ao modelo de Política em Ciência e Tecnologia (PCT) adotados nos países latino-americanos que não defendiam ou priorizavam as necessidades regionais. Apontando para a necessidade de consolidar um projeto de PCT claro e coerente com essas necessidades que segundo Dagnino (2003) estaria na base da constituição de uma demanda social para o conhecimento que impulsionaria os avanços científicos e tecnológicos possibilitando o desenvolvimento econômico e social desses países.

Apesar de oferecer reflexões importantes a respeito da dinâmica científica e tecnológica nos países periféricos e sua relação com a dinâmica verificada nos países centrais, em suas origens o PLACTS não desenvolve reflexões a respeito da neutralidade e do determinismo da ciência e da tecnologia, e tão pouco discutem qualquer questão de cunho educacional. As tendências americanas e europeias incorporaram preocupações ao longo dos anos com um caráter mais academicista enquanto que o PLACTS conservou seu caráter político e militante. Apesar de algumas valiosas contribuições, o PLACTS apresentava algumas limitações. A principal delas se remetia ao fato de que o pensamento não incorporava algumas reflexões importantes que já vinham sendo geradas no âmbito do campo CTS e mesmo outras mais antigas, engendradas no âmbito da Escola de Frankfurt, por exemplo.

O maior exemplo disso reside no fato de que o PLACTS não questionava o pressuposto da neutralidade da ciência e da tecnologia. Em outras palavras, admitia que CT não carregam consigo os valores (econômicos, políticos, culturais, sociais, etc.) do contexto no qual são construídas, conforme defendido por Feenberg (1991). Esse fato é surpreendente, uma vez que a crítica à concepção da neutralidade é um dos pilares das reflexões mais “politizadas” dentro do campo CTS, dentre as quais certamente se encaixava o PLACTS.

A partir de 2007, com a criação da Rede Latino-americana Interuniversitária de Ensino de Ciência, Tecnologia e Sociedade foi possível fazer circular os pressupostos do PLACTS discutí-los, sobretudo quanto às críticas acima mencionadas. A rede composta por quatro universidades de três países: Universidad Nacional del Litoral (Argentina), Universidade Estadual de Campinas e

Universidade Federal de Santa Catarina (Brasil) e Universidade de la República (Uruguai), tornou possível, diante das mudanças políticas e econômicas que ocorreram nesses países e mediante interlocuções entre os pesquisadores da rede, que outras vertentes fossem incorporadas e que o próprio PLACTS fosse revisado. Entre os avanços foi possível perceber uma preocupação com a participação pública na ciência e aproximações com a obra de Feenberg (1991) que contribuiu para uma nova PCT na América Latina. Segundo Dagnino (2015, p. 59-60):

A obra de Feenberg ajuda a entender porque o conhecimento científico e tecnológico tal como hoje existe não é capaz de promover um estilo de desenvolvimento que proporcione maior equidade econômica, justiça social, e sustentabilidade ambiental, sobretudo quando se tem o contexto latino-americano como foco analítico e propositivo. E que, ao contrário, a menos que nosso potencial de geração de conhecimento seja orientado mediante um processo presidido por interesses e valores compatíveis com esse estilo alternativo, não será possível materializar a proposta – bem intencionada, mas ingênua da Ciência e Tecnologia para a Cidadania que hoje orienta a PCT. A crítica de Feenberg leva à percepção de que, para utilizar nosso potencial científico e tecnológico como elemento na luta contra a desigualdade e na promoção da inclusão social, é preciso politizar a discussão sobre a C&T e, por extensão, sobre a PCT latino-americano. De acordo com a abordagem que ele sugere, a ciência não é a representação objetiva da verdade e a tecnologia não é apenas a aplicação prática do conhecimento científico. Na realidade, ambas são construções sociais e, portanto, incorporam os valores do contexto no qual são geradas (DAGNINO, 2015, p. 59-60).

Nessa direção, os pressupostos mais atuais do PLACTS conduzem a uma percepção de ciência e tecnologia enquanto construção humana e social que incorporam os valores do contexto de sua produção à CT. O argumento a favor de uma neutralidade e objetividade da CT se torna frágil de acordo com essa perspectiva e abre-se espaço para reflexão sobre a necessidade de uma politização sobre CTS na América Latina. Não considerar esses aspectos e essa necessidade de politização representa certa ingenuidade em relação à formação cidadã que se almeja.

Para Strieder (2012) resgatar os pressupostos do PLACTS e atualizá-los torna-se essencial quando falamos do enfoque CTS no contexto brasileiro, pois, representa uma matriz de pensamento legitimamente latino-americana na qual se revelam seu contexto de produção e desenvolvimento, além das problemáticas e tensões que compõem de forma específica esse contexto.

O movimento CTS no contexto brasileiro buscou alinhar-se a premissa de uma reflexão-crítica a respeito dos problemas que relacionam a ciência e tecnologia com a sociedade que sobre uma óptica sociopolítica buscava dar conta do problemático relacionamento entre tais reflexões e o sistema político da época de seu surgimento, além de explicar a evolução e o desenvolvimento dos estudos CTS, tanto em termos de criação de um produto intelectual como da conduta dos atores envolvidos.

Diversos autores, como por exemplo, Vascareza (2004) apontam que no contexto brasileiro, o movimento surgiu de forma embrionária e se desenvolveu de maneira lenta se comparado a outros países. Esse processo de atraso em relação a outros países pode ser explicado considerando duas razões fundamentais: a primeira se fundamenta no fato desse movimento ter emergido e ganhado força, historicamente, em contextos completamente diferentes do brasileiro, os países de primeiro mundo. Nesses países as condições materiais estavam razoavelmente satisfeitas, portanto as reivindicações assumiam um caráter pós-material, enquanto que no Brasil a uma parcela significativa da população faltava condições necessárias à sobrevivência, logo discutir aspectos relativos à CTS não era prioridade. E a segunda razão, não menos importante é que em tais países, já havia estabelecidos mecanismos de consulta popular para avaliar e influenciar nas decisões relativas à ciência e tecnologia inexistentes no contexto brasileiro.

Para Motoyana (1985), outra razão que explicaria essa fragilidade na evolução do movimento no país, seria o passado colonial, no qual não há um crescimento científico e tecnológico próprio. Porém alguns autores apontam (PINHEIRO, SILVEIRA E BAZZO, 2007) que apesar de tudo isso, os estudos em CTS vem avançando no país principalmente por conta da globalização, e carece, portanto, ser revisitado pela comunidade escolar.

Independentemente da vertente europeia, norte-americana ou latino-americana, diversos autores apontam (PALÁCIOS ET. AL., 2001; GARCIA ET. AL., 1996), que tanto os debates e as pesquisas quanto os programas CTS, desde seu início, tem se desenvolvido em três grandes áreas: da investigação, das políticas públicas e da educação. Essas três grandes áreas se entrelaçam e se influenciam mutuamente.

A área da investigação ou academicista origina-se como opção às considerações clássicas que abrangem a Ciência e a Tecnologia e buscam promover uma nova visão socialmente contextualizada da atividade científica; a área das políticas públicas cria instrumentos e procedimentos democráticos, que propiciam a adoção de deliberações sobre as políticas científico-tecnológicas assumem um caráter mais prático, sócio-político e militante; e a área de educação incrementa inúmeros programas, projetos e ações em distintos níveis de ensino, em diferentes países. Portanto é possível perceber que o movimento CTS defende o rompimento com os conceitos tradicionais de ciência e tecnologia, tendo como viés para tal rompimento o incentivo a participação social e a criação de mecanismos institucionais que possibilitem essa participação, sendo a

educação considerada como um desses mecanismos institucionais. O foco dessa investigação é na área de educação.

Dagnino e Fraga (2010) defendem que o movimento CTS sempre esteve intimamente relacionado com a educação. Os autores consideram como objetivos fundamentais do enfoque CTS, em primeiro lugar capacitar os cidadãos para que possam relacionar os fenômenos científicos e tecnológicos, com suas limitações e consequências, com seu caráter social, político e ambiental criando assim uma concepção crítica à clássica visão essencialista e triunfalista da CT. E, em segundo lugar, proporcionar aos atores envolvidos com a política de CT um marco analítico conceitual que torne este processo consistente com a visão crítica defendida pelo movimento.

No cerne dessa discussão está o debate sobre o papel da educação científica no quadro dessa nova demanda formativa, com o intuito de promover uma reorientação curricular que contemple aspectos sobre o desenvolvimento científico e tecnológico e suas implicações, o papel da CT na sociedade e que atente para a necessidade de uma formação para a cidadania numa perspectiva mais crítica e reflexiva que capacite para tomada de decisão diante dos diferentes contextos nos quais os indivíduos estão inseridos.

Problematizar o papel de educação científica e tecnológica no quadro dessa nova demanda formativa que tem origem nessa construção histórica abordada anteriormente, mas que se ampliou com o passar dos anos, é essencial. No momento em que a pesquisa em ensino de ciências no âmbito nacional e internacional incorpora às suas investigações esse debate, uma série de *slogans* são produzidos em torno dessa discussão sobre o papel da educação científica e tecnológica na formação dos indivíduos, em relação ao próprio movimento CTS e em relação às implicações pedagógicas dessa abordagem: educação científica para a cidadania, alfabetização científica e tecnológica, letramento científico e tecnológico, ciência para a vida, educação ambiental, CTS, CTSA, e mais recentemente, Questões Sociocientíficas (QSC).

Em relação a esse aspecto, Santos (2011) declara que o contexto sócio histórico promoveu mudanças quanto aos propósitos da educação científica, no entanto, muitos desses propósitos são coincidentes com o movimento CTS. Para o Autor:

Os diferentes *slogans* que vem sendo usados na educação científica, embora apresentem características comuns, têm enfatizado aspectos diversificados de seu foco, o que induz a concepções divergentes que precisam ser clarificadas. Apesar de o movimento CTS ter tomado diferentes rumos na sua trajetória e ter entrado em declínio em determinados espaços, ele ainda permanece ativo e pode ser recontextualizado dentro das demandas atuais da educação científica para que ele esteja comprometido com a formação para a cidadania para uma sociedade justa e igualitária (SANTOS, 2011, p. 21).

Apesar de assumirem propósitos em comum, certamente cada um desses *slogans* reproduz e carrega princípios ideológicos que os diferenciam significativamente. A título de exemplo, podemos citar a questão da preocupação ambiental em CTS, que apesar de evidenciada nos textos clássicos de educação CTS, passou a ser adotada a denominação CTSA com o intuito de evidenciar mais marcadamente essa preocupação com a dimensão ambiental.

Em extensa revisão da literatura Strieder (2012), argumenta que a educação CTS possui propósitos diversificados que podem ser justificados em função dos encaminhamentos dados às atividades e às discussões propostas, envolvendo um ou mais dos elementos CTS e, eventualmente, suas articulações. A partir da análise desses trabalhos, a autora elenca o que considera como aspectos essenciais da Educação CTS: 1) proporcionar aos educandos meios para emitirem julgamentos conscientes sobre os problemas sociais; 2) proporcionar uma perspectiva mais rica e realista sobre a história e natureza da ciência; 3) preparar os jovens para o exercício da cidadania em uma sociedade democrática.

Desde suas origens o movimento CTS assumiu como objetivo o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão na sociedade científica e tecnológica e o desenvolvimento de valores (ver, por exemplo, AULER, 2003 e 2004; BAZZO, 1998; SANTOS e MORTIMER, 2000). Diversos materiais de ensino foram desenvolvidos nos diferentes níveis de ensino (básico e superior) em diversos países, sobretudo, nos Estados Unidos, Canadá E Europa. No Brasil, já na década de 1970, tinham-se materiais que incluíam implicações sociais da CT, com ênfase na contextualização do ensino de ciências, porém, as pesquisas e os materiais com a denominação específica em CTS só começaram a surgir no final dos anos noventa.

No âmbito da pesquisa nacional, Strieder e Kawamura (2012) identificaram e explicitaram, quatro conjuntos de preocupações centrais ou perspectivas investigativas atuais dos trabalhos em CTS: o levantamento e análise de concepções; análises de materiais didáticos; pesquisas e revisões teóricas; análises de propostas elaboradas e/ou implementadas.

Apesar da continuidade do movimento e do aparecimento de novas tendências que incorporam em certa medida seus objetivos principais e pressupostos, Martins (2002, p.1), aponta que a inserção da abordagem CTS no ensino ainda apresenta muitas dificuldades, tais como:

(...) a diversidade de significados de CTS, a organização do sistema de ensino e as finalidades da educação em ciências em cada um dos três níveis de ensino (básico obrigatório, secundário pós-obrigatório e superior), os obstáculos decorrentes dos modelos e práticas de formação dos professores de ciências de caráter excessivamente disciplinar,

os programas escolares e o modo como os professores os encaram e, ainda, os recursos didáticos refletindo visões de ensino e de aprendizagem das ciências não concernentes com um quadro de orientação CTS. (MARTINS, 2001, p. 1)

Diante dessas dificuldades é que se percebe a importância da abordagem de temas relacionados à CTS na educação científica para a formação cidadã sendo necessária a clareza e apropriação desses temas por parte dos educadores. A dimensão “sociedade” na trilogia CTS precisa ser internalizada nos docentes de maneira que os obstáculos que impedem um processo de renovação, em especial, no ensino da química nessa perspectiva social sejam de uma vez por todas extintos.

No que diz respeito a esse movimento de renovação curricular que visa uma construção de ciência e uma formação para além de um ensino propedêutico e memorístico, a abordagem CTS (em sua versão original em língua inglesa: Science-Technology-Society – STS) tem congregado, nas últimas décadas, os esforços de educadores de todo o mundo em torno do objetivo de alterar o *status quo* da educação em ciência (AIKENHEAD, 2003; ZIMAN, 1994). Segundo Aikenhead (2002) *apud* Galvão *et al* (2011):

Este *slogan* pretende desencadear a substituição do currículo convencional de ciência (centrado na preparação para cursos universitários e considerado pouco interessante e relevante pelos alunos) por um currículo centrado no desenvolvimento de conhecimentos, capacidades e atitudes úteis para a vida diária dos alunos e preocupado com a responsabilidade social em processos coletivos de tomada de decisão sobre assuntos relacionados com ciência e tecnologia (AIKENHEAD, 2002 *apud* GALVÃO *et al.*, 2011, p.506)

Em relação aos currículos com foco em CTS, de acordo com Galvão, Reis e Freire (2011), a maioria dos currículos CTS apresentam quatro objetivos comuns: a) aumentar o letramento científico dos cidadãos; b) motivar o interesse dos alunos pela ciência e pela tecnologia; c) estimular o interesse pelas interações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade; e d) desenvolver nos alunos capacidades de pensamento crítico, raciocínio lógico, resolução criativa de problemas e, especialmente, de tomada de decisões. Outros autores como Pedretti (2003), numa reflexão sobre a educação Ciência Tecnologia Sociedade (CTS), apresenta uma síntese do que considera ser os seus princípios orientadores:

1. A contribuição para o desenvolvimento sustentável do planeta através do estudo da utilização sistemática de recursos e da consideração das necessidades humanas em longo prazo;
2. A compreensão dos processos de tomada de decisão a nível governamental e empresarial;

3. A promoção do raciocínio moral e ético acerca da ciência;
4. A compreensão e a discussão da dimensão política da ciência;
5. O exercício de capacidades intelectuais e éticas na determinação dos aspectos positivos e negativos do desenvolvimento científico e tecnológico e no reconhecimento das forças políticas e sociais que governam o desenvolvimento e a distribuição dos conhecimentos e artefatos científicos e tecnológicos;
6. A capacitação dos cidadãos para uma ação responsável na transformação da sociedade;
7. A compreensão da natureza da ciência e das suas interações com a tecnologia e a sociedade.

Santos e Mortimer (2001), quando discutem sobre a estrutura conceitual de propostas curriculares embasadas na abordagem CTS, apresentam as visões defendidas pelo movimento, apontam para a importância de se trabalhar um currículo CTS sobre no qual a “ciência”, “tecnologia”, “sociedade” sejam compreendidas em suas inter-relações. E no que diz respeito à dimensão da “sociedade” na trilogia, os autores afirmam que a organização do currículo CTS é balizada por temas científicos ou tecnológicos que são potencialmente problemáticos do ponto de vista social. Complementam, ainda, que as discussões desses temas possibilitam evidenciar questões éticas, crenças e valores, os quais deveriam ser colocados no centro das discussões para que os educandos sejam estimulados a participar democraticamente da sociedade ao expressarem suas opiniões. Nas palavras dos autores:

A introdução de questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas à ciência e à tecnologia tem sido recomendada em currículos com ênfases em Ciência-Tecnologia-Sociedade – CTS (Santos e Mortimer, 2000), os quais possuem como principal objetivo a formação para a cidadania (AIKENHEAD, 2006; SANTOS e SCHNETZLER, 1997). Essas questões têm sido geralmente denominadas *socioscientific issues (SSI)* que podem ser traduzidas por questões sociocientíficas ou temas sociocientíficos (SANTOS e MORTIMER, 2009, p. 192).

A questão da formação para a cidadania também é apontada por Penha, Carvalho e Sadler (2016), como consenso entre os pesquisadores da área em relação a essas abordagens. Em extensa revisão da literatura, os autores argumentam que a maior parte dos trabalhos quando apresentam as justificativas sobre a inserção das QSC no ensino de ciências ressaltam que o objetivo principal é a promoção da alfabetização científica dos cidadãos, o que implica, entre outros aspectos, na necessidade de tomada de decisão sobre problemas sociais e conseqüentemente numa formação

cidadã (SADLER, 2004; SADLER E ZEIDLER, 2004; SADLER E ZEIDLER, 2005; KOLSTO, 2006; LEWIS E LEACH, 2006; SADLER E DONNELLY, 2006; SADLER E ZEIDLER, 2009; outros).

Nesse sentido, as questões sociocientíficas surgem como um campo de estudo que inicialmente ocupou um espaço no âmbito CTS, sendo desenvolvidas sobre o guarda-chuva do movimento CTS (AIKENHEAD, 1994; KORTLAND, 1996; PEDRETTI, 1997 e 2003; PEDERITTI *et al.*, 2008; RAMSEY, 1993; SOLOMON, 1990;1992;1993) e tem sido nos últimos anos diferenciado deste.

Zeidler e colaboradores (2002; 2005) tem defendido que falta uma estrutura teórica nas orientações CTS para sustentar as atividades pedagógicas do professor, o que pode ser preenchido com as bases teóricas dos estudos sobre as questões sociocientíficas. Na construção dessas bases teóricas a literatura apresenta um conjunto de investigações que vem sendo desenvolvidas, nos últimos anos, com base em modelos de dimensões éticas da ciência, dos princípios do raciocínio e desenvolvimento moral e emocional dos estudantes, os quais são fundamentados na compreensão sobre a natureza da ciência, além de estudos teóricos sobre a dimensão pedagógica das QSC: o trabalho do professor em sala de aula e o desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes.

Quando se pensa de forma mais ampla quanto aos objetivos para o ensino de ciências, mais importante do que promover as habilidades e os processos utilizados pela ciência, bem como o entendimento dos conceitos científicos devem se incorporar processos de tomada de decisão na vida real relacionados à ciência e influenciados pelas perspectivas sociais, políticas, econômicas e éticas, na direção da promoção da alfabetização científica às perspectivas e abordagens de ensino.

Sadler e Zeidler (2009) argumentam que a alfabetização científica e a tomada de decisão podem ser relacionadas com a Educação Científica Progressista que é responsável por diferentes movimentos: movimento CTS (cujo contexto histórico foi anteriormente explicitado e que é o mais amplamente reconhecido), a Educação Humanística, a Ciência baseada em contextos e o domínio das Questões Sociocientíficas (originalmente *Socioscientific Issues - SSI*).

Muitas são as discussões no cenário educacional, em especial nos últimos anos, acerca do currículo escolar e as possibilidades de reconstruí-lo. No âmbito dos documentos oficiais que estruturam o currículo nacional os próprios Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) e as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCEN) propõem repensar o ensino e fomentar uma organização do currículo na escola brasileira, visando à construção do conhecimento

por parte do aluno e o desenvolvimento de competências necessárias para entender e intervir na sua realidade. Para que isso aconteça os PCN's sugerem um ensino contextualizado, possibilitando fazer relações entre as diferentes áreas do conhecimento (BRASIL, 2002) e as OCEM sugerem [...]. Uma das possibilidades para atender a essa demanda é a organização do programa escolar a partir de temas, ou seja, uma organização curricular balizada na Abordagem Temática (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2007).

No que tange à abordagem de temas no processo educacional, apoiados em Snyders (1988) e Freire (1987), Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) entendem que a abordagem temática se constitui numa: “Perspectiva curricular cuja lógica de organização é estruturada com base em temas, com os quais são selecionados os conteúdos de ensino das disciplinas. Nessa abordagem, a conceituação científica da programação é subordinada ao tema” (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2002, p. 189).

Quando se trata de abordagens temáticas muitas são as possibilidades e os pressupostos estruturantes. Halmenschlager (2011) desenvolveu um trabalho de revisão teórica no âmbito nacional no qual apresenta uma análise em relação às principais abordagens temáticas que vem sendo implementadas no ensino de ciências. A autora aponta que as produções encontradas estão balizadas em diferentes fundamentações teóricas e se apresentam sob diferentes denominações, entre as quais se destacam: A Abordagem Temática na perspectiva freiriana, Currículos com ênfase em CTS, proposta que busca articular a Abordagem Temática na perspectiva freiriana e CTS, os Temas Conceituais e a Situação de Estudo. Além dessas abordagens temáticas revisadas pela autora e apontadas como tendências de pesquisa no âmbito nacional, um campo de estudos que mais tem ocupado o espaço da pesquisa em ensino de ciências e que anteriormente, segundo Santos (2011), era desenvolvido no âmbito CTS é o das investigações sobre as questões sociocientíficas, objeto de pesquisa e estudo específico nessa investigação.

Assim, no capítulo subsequente, discutiremos os aspectos que envolvem a abordagem das questões sociocientíficas em sala de aula, sua definição, principais características e os aspectos que caracterizam uma educação em ciências no contexto das questões sociocientíficas. Além disso, atentaremos para a complexificação das QSC, a partir da discussão dos aspectos contextuais, epistemológicos e sociais que envolvem o trabalho nessa abordagem em sala de aula considerando a dimensão da heterogeneidade do pensamento e da fala que se manifestam na dinâmica dos processos de ensino e aprendizagem.

3. QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: O QUE SABEMOS E PARA ONDE VAMOS?

De uma maneira geral, o enfoque das inter-relações CTS no contexto educativo envolve todos os elementos propositivos da abordagem das Questões Sociocientíficas (QSC). Porém, de forma mais específica, o cenário da pesquisa nos tem revelado as questões sociocientíficas como uma linha de estudos bastante profícua frente à melhoria do Ensino de Ciências (SILVA, 2016).

Originalmente o movimento das *socioscientific issues* (SSI) traduzido para o português como “Questões Sociocientíficas” ou “Temas sociocientíficos” podem ser compreendidos como questões ou temas que se caracterizam por envolver dimensões econômicas, políticas, históricas, culturais, sociais, éticas e ambientais relativas à ciência e à tecnologia (RATCLIFFE e GRACE, 2003; IGLESIA, 1995; LÓPEZ e CERESO, 1996) assumindo como principal objetivo a formação para a cidadania (AIKENHEAD, 2006; SANTOS e SCHNETZLER, 1997).

As QSC acabaram se constituindo como foco na pesquisa e no ensino de ciências e se diferenciando do campo CTS, sobretudo, nos últimos anos, pelo fato da orientação CTS apresentar, segundo Zeidler et al (2002; 2005), um déficit do ponto de vista teórico e metodológico quanto a orientações que sustentassem as atividades pedagógicas do professor e por consequência os processos de ensino e aprendizagem.

Essas bases teóricas têm sido construídas a partir de investigações sobre a abordagem das QSC, desenvolvidas como base em modelos de dimensões éticas da ciência, dos princípios do raciocínio e do desenvolvimento emocional dos estudantes, os quais são fundamentados na compreensão sobre a natureza da ciência (ZEIDLER et al, 2001; 2005).

Segundo Martínez Pérez (2012), as influências do movimento CTS balizavam um ensino humanístico de Ciências que se opunha ao ensino conteudista e compartimentalizado das disciplinas científicas. Para o autor, no campo CTS, do ponto de vista de uma orientação teórico-metodológica que inicialmente contribuiu para discutir as possibilidades de se desenvolver uma renovação no ensino de ciências com enfoque CTS foi o trabalho de Zimam (1980). Neste trabalho o autor caracteriza sete abordagens do ensino de ciências com enfoque CTS: relevante, vocacional, interdisciplinar, histórica, filosófica, sociológica e problemática, conforme o quadro 1, a seguir:

Quadro1: Abordagem do Ensino de ciências com enfoque CTS

Abordagem CTS no Ensino de Ciências	Características
Relevante	Aborda aplicações científicas e tecnológicas na sociedade com o objetivo de aumentar o interesse dos estudantes e melhorar a aprendizagem.
Vocacional	Tem o objetivo de tornar os estudantes futuros profissionais das ciências, tecnologias ou engenharias.
Interdisciplinar	Favorecer a compreensão social da ciência a partir das relações entre diferentes disciplinas.
Histórica	Aborda aspectos históricos da ciência para entender a evolução e as transformações sociais do progresso científicos.
Filosófica	Busca compreender a natureza da ciência.
Sociológica	Foca em analisar as implicações sociais 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) adaptado de Ziman (1980)

A partir desse estudo, Ziman (1980) aponta que entre as abordagens identificadas a que apresenta maior potencialidade para implementação de uma abordagem CTS é a problemática. Ao trabalhar uma questão problemática é possível mostrar o papel social da ciência e seu caráter de construção humana. No começo da década de 1980, esse tipo de abordagem potencializava o trabalho com questões reais do mundo contemporâneo e suas implicações científicas, tecnológicas, sociais e ambientais.

No âmbito dos trabalhos revisados por Ziman (1980) observa-se uma tendência entre os materiais produzidos a nível internacional (Inglaterra, Estados Unidos, Canadá e Holanda) com enfoque CTS, com foco num primeiro momento em produções cujas abordagens tinham um caráter mais interdisciplinar, histórico, filosófico, sociológico e problemático das relações CTS enquanto que num segundo momento predominou a abordagem relevante e vocacional.

Para Martínez Pérez (2012), embora esses materiais com foco na abordagem relevante e vocacional se inspirassem nas ideias do movimento CTS acabava por instrumentalizar ideais contrárias àquelas defendidas pelo movimento, pois focalizavam a tecnologia como ciência aplicada.

Assim, considerando esses e outros aspectos, de uma maneira geral, a abordagem com as questões sociocientíficas, que vem emergindo como tendência na pesquisa em ensino de ciências reforça o retorno a essa dimensão problemática caracterizada por Ziman (1980) e abre espaço para

discutir e ampliar as perspectivas teórica, metodológica e pedagógica em relação ao estudo das QSC.

No contexto das pesquisas mais recentes, das críticas a abordagem CTS, embora os objetivos de um ensino CTS coincidam com a abordagem das Questões Sociocientíficas (QSC), para Zeidler et al (2005), a origem das QSC está associada principalmente a necessidade de um quadro teórico pedagógico que subsidie efetivamente o trabalho do professor em sala de aula de maneira a dar suporte aos objetivos didáticos da proposta CTS.

Embora a perspectiva CTS tenha se constituído como linha de pesquisa no ensino de ciências, há poucos esforços para se compreender a prática do professor ao se trabalhar nesse enfoque (PEDRETTI et al., 2008). Nesse sentido, conforme Ramsey (1993), Watts et al. (1997) e Pedretti (2003), a abordagem das questões sociocientíficas parece oferecer uma forma concreta de incorporar a perspectiva CTS às práticas dos professores. Tais questões abrangem controvérsias sobre assuntos sociais que estão relacionados com conhecimentos científicos da atualidade, e, portanto, em termos gerais são abordados nos diferentes meios de comunicação.

Logo, uma importante distinção pode ser feita entre a abordagem CTS dos últimos anos e o domínio das questões sociocientíficas. Zeidler e colaboradores (2005), no artigo *“Beyond STS: A Research-Based Framework for Socioscientific Issues Education”* apontam, considerando as produções e práticas que refletem o panorama do ensino de ciências no campo da ciência, tecnologia e sociedade (CTS) alguns problemas com a educação CTS e, sobretudo com o currículo proposto.

De acordo com os autores, embora as QSC se relacionem com a abordagem CTS por gêneses e raízes históricas em comum, assim como quanto aos objetivos que se alinham a proposta de alfabetização científica e letramento, marcadamente a educação CTS dá maior importância aos impactos do desenvolvimento científico e tecnológico na sociedade, porém, não impõe uma atenção explícita às questões éticas, morais ou ao desenvolvimento do caráter dos estudantes.

Em contraste com o CTS, o movimento das QSC foca especificamente em capacitar os estudantes para considerar como as questões científicas e as decisões tomadas a seu respeito refletem, por um lado, os princípios e qualidades morais da virtude que englobam suas próprias vidas, e por outro o mundo físico e social ao seu redor (DRIVER et al., 1996, DRIVER, NEWTON, OSBORNE, 2000; KOLSTØ, 2001A; SADLER, 2004).

Assim, a educação com QSC pode ser comparada a consideração de questões éticas e construção de julgamentos morais sobre tópicos científicos através da interação social e do discurso. Essa distinção um tanto sutil nem sempre é percebida por muitos educadores de ensino de ciências quando argumentam que a educação CTS também aponta para dilemas éticos ou controvérsias. Embora concordemos com tal afirmação, retomamos as considerações de Zeidler et al (2005, p. 359), quando afirma que “apontar” para os dilemas éticos e controvérsias não significa problematizá-los de forma efetiva. Nas palavras dos autores:

A educação CTS apenas aponta dilemas éticos ou controvérsias, mas não significa necessariamente que explora o poder pedagógico inerente do discurso, fundamentado na argumentação, explicitado nas considerações da natureza da ciência, da emoção, do desenvolvimento, das conexões culturais ou epistemológicas entre as questões em si (ZEIDLER et al., 2005, p. 359, tradução nossa).

Além dessas críticas, outras considerações são apontadas na literatura quanto à questão do currículo CTS. Shamos (1995) observou, muito corretamente, que o problema com o currículo CTS é que muitas das questões em estudo (por exemplo, energia nuclear e aquecimento global) não são particularmente emocionantes ou relevantes para os estudantes porque são removidas das experiências pessoais cotidianas desses estudantes, experiências estas que podem ser identificadas nos diferentes contextos nos quais tais estudantes estão imersos.

Quanto à crítica que aponta para a ausência de um quadro teórico e metodológico coeso que sustente a prática pedagógica no contexto escolar. Até mesmo partidários da abordagem CTS reconheceram essa ausência e se posicionam a favor de ampliações que incorporem abordagens mais pluralistas e abertas. Para Fuglsang (2001, p. 46):

A ciência, a tecnologia, a sociedade (CTS) consiste em várias visões aparentemente concorrentes, se não conflitantes, porque se relacionam com noções diferentes de poder, política e método. No entanto, as perspectivas podem ser combinadas. Combinando as perspectivas não significa, contudo que criemos uma abordagem unitária do CTS. A intenção é ser uma abordagem pluralista e aberta. Abrir as portas entre as diferentes perspectivas é um grande desafio para a abordagem CTS, que também pode exigir interesses políticos relacionados. (FUGLSANG, 2001, p. 46)

Em certa medida no currículo CTS, normalmente se enfatiza os impactos das decisões em ciência e tecnologia na sociedade, enquanto que as QSC incorporam a essa discussão uma atenção às questões éticas, o desenvolvimento moral, as controvérsias inerentes a determinado conjunto de questões que também é influenciado por critérios axiológicos, pela emoção. No entanto, tais

questões e aspectos não se configuram apenas como um contexto para a aprendizagem das ciências, mas sim como uma estratégia pedagógica com objetivos bem definidos. Pois embora a abordagem CTS tenha sido definida como um contexto para a educação científica (YAGER, 1996), o uso de "questões sociocientíficas" refere-se a uma estratégia pedagógica claramente melhor desenvolvida e que vem sendo aperfeiçoada por estudos mais recentes.

Nesse contexto, a educação com QSC considera as dimensões éticas e a construção de juízos morais sobre os tópicos abordados via interação social e discurso. Tal como Zeidler et al. (2002) apontam, "Questões Sociocientíficas", então, é um termo mais amplo que resume tudo o que a abordagem CTS tem para oferecer, além das dimensões éticas da ciência, do desenvolvimento do raciocínio moral e das emoções dos estudantes. O desenvolvimento dos estudos com QSC tem proporcionado vínculos teóricos e conceituais entre os principais fatores psicológicos, sociológicos e de desenvolvimento das habilidades dos estudantes.

Para Zeidler et al (2005), a abordagem de QSC representa uma reconstrução e evolução do modelo CTS, pois fornece um meio não só de tratar implicações sociais e ambientais da ciência e tecnologia, mas também para refletir sobre questões que se relacionam a filosofias pessoais dos estudantes e sistemas de crenças. De acordo com o autor, conforme a teoria construtivista de aprendizagem sugere, o conhecimento de cada aluno é construído como um resultado da combinação de todas as influências, externa ou interna.

No âmbito da abordagem CTS deixa-se de considerar abertamente o desenvolvimento de fundamentos epistemológicos, morais e éticos, e aspectos emocionais da aprendizagem das ciências. Tais aspectos são considerados na abordagem de QSC que visa incorporar de forma mais específica e objetiva estes aspectos à aprendizagem. Na compreensão dos autores, a abordagem CTS serviu para convencer a comunidade educacional que ciência, tecnologia e sociedade não são isoladas uns dos outros, mas não forneceu um foco para abordar a natureza intrinsecamente pessoal do conhecimento e crenças sobre ciências e suas influencia no discurso, na argumentação e na tomada de decisão dos estudantes.

Ao abordar o desenvolvimento moral, ético, emocional e dimensão epistemológica do estudante, a abordagem de QSC fornece umnexo que une as várias forças contribuindo para o desenvolvimento do conhecimento científico. De acordo com Zeider et al (2005, p. 372):

Se os educadores estruturam o ambiente de aprendizagem corretamente, então as oportunidades para o crescimento epistemológico do conhecimento como fomentado pelo quadro de QSC irão ajudar aos alunos a reconhecerem que as decisões que todos nós enfrentamos envolvem consequências para a qualidade do discurso social e interação entre os seres humanos, e nossa mordomia do mundo físico e biológico. (ZEIDLER et al, 2005, p. 372).

Então, abordar QSC nas salas de aula de ciências requer um cuidado por parte do professor quanto ao seu planejamento e desenvolvimento, tendo em vista, que a inserção dessas problemáticas em sala de aula exploram o conhecimento científico e suas aplicações diretamente dentro do contexto social, político e cultural. Além disso, essa abordagem perpassa pelo reconhecimento da ciência como uma produção humana, assim como pela compreensão de seu papel na sociedade. Nessa direção, tendo por base diferentes trabalhos da área, Zeidler et al (2005, p. 360) destaca:

Certamente o conhecimento e a compreensão da interação entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente são os principais componentes do desenvolvimento da alfabetização científica, entretanto, essas interconexões não existem de forma independente das crenças pessoais dos estudantes. (ZEIDLER et al., 2005, p. 360, tradução nossa).

Portanto, o processo de tomada de decisão no âmbito das QSC envolve dimensões epistemológicas, ontológicas e axiológicas que precisam ser levados em consideração no momento em que questões dessa natureza são exploradas no âmbito da sala e aula. Para considerar essas e outras dimensões é necessário compreender aspectos epistemológicos que revelam a natureza das QSC, além de aspectos contextuais e sociais em relação à abordagem, sua dimensão problemática e seu potencial para o contexto educacional.

3.1.Aspectos epistemológicos das questões sociocientíficas: definição e natureza

Questões sociocientíficas são questões sociais controversas com ligações conceituais e/ou processuais com a ciência (SADLER, 2004). Podem ser caracterizados como problemas abertos sem soluções claras, de fato, tendem a ter múltiplas soluções plausíveis. Segundo Sadler (2011), essas soluções podem ser informadas pelos princípios da ciência, teorias, e dados, mas essas soluções não podem ser totalmente determinadas pelas considerações científicas. São dilemas e

questões que para ser resolvidos sofrem influência de diversos fatores: sociais, econômicos, políticos e éticos.

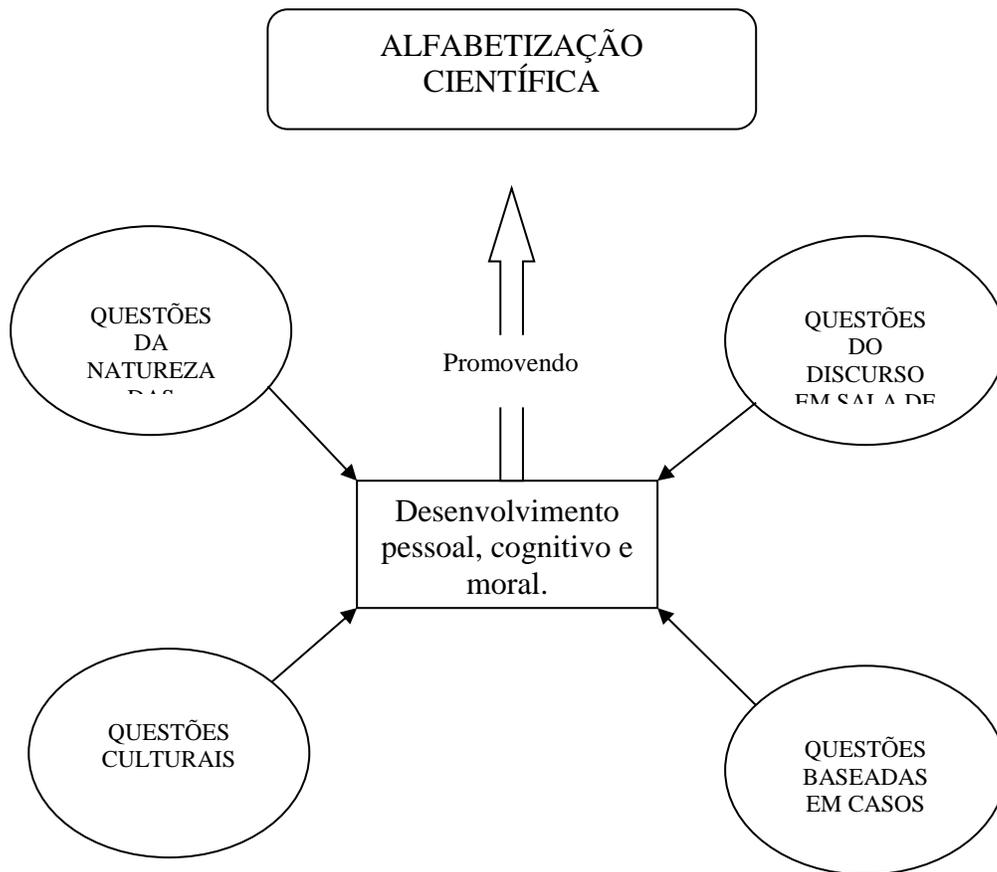
Em relação à natureza das QSC, na compreensão de Reis (2006), uma questão sociocientífica pode ser caracterizada como uma questão pouco delimitada de natureza multidisciplinares, heurísticas, carregada de valores (por exemplo, valores estéticos, ecológicos, morais, educacionais, culturais e religiosos) e afetados pela insuficiência de conhecimento. Geralmente, o envolvimento neste tipo de problemas conduz a diversas “soluções” alternativas, cada uma com seus respectivos aspectos positivos e negativos.

A partir destas diferentes propostas, toma-se uma decisão informada que envolve a consideração de opiniões envolvendo esses diferentes aspectos dada a impossibilidade de recurso a qualquer algoritmo para a avaliação das potencialidades e limitações. De forma mais específica Zeidler et al. (2005) propõe uma estrutura ou um modelo inicial, no qual aponta elementos sociocientíficos que caracterizam aspectos epistemológicos principais que orientam o trabalho com questões sociocientíficas no contexto escolar. Para o autor, este quadro/modelo teórico deve ser visto como uma tentativa de um modelo conceitual, no qual identificam-se quatro áreas de importância pedagógica fundamentais para a abordagem de QSC no contexto educacional:

- (1) Questões que abordam a natureza da Ciência;
- (2) Questões que exploram o discurso em sala de aula;
- (3) questões culturais e,
- (4) questões baseadas em casos.

Na figura 2, são apresentadas essas quatro áreas que caracterizam o quadro teórico para a abordagem de QSC segundo Zeidler et al. (2005, p.361, tradução nossa):

Figura 2: Elementos sociocientíficos da alfabetização científica (Tradução nossa)



Fonte: ZEIDLER et al (2005);

De acordo com a figura 2, estas questões podem ser pensadas como pontos de entrada no currículo de ciências que podem contribuir para o desenvolvimento intelectual e pessoal do estudante e, por sua vez, ajudam a informar do ponto de vista pedagógico como promover a alfabetização científica. Essas quatro áreas que compõem o quadro-teórico das QSC (natureza da ciência, discurso em sala de aula, questões culturais e questões baseadas em casos) se integram através da exploração dos domínios da QSC e permitem abordar o desenvolvimento moral, cognitivo e pessoal dos estudantes contribuindo para promover a alfabetização científica.

Zeidler e colaboradores (2005) ao propor essas quatro áreas como componentes pedagógicos fundamentais tinham o objetivo de proporcionar aos educadores e pesquisadores uma compreensão temática de como essas áreas são ao mesmo tempo fundamentais e interdependentes, e como estão vinculadas através da exploração dos domínios de uma QSC independentemente da natureza da questão abordada. Uma visão geral das quatro áreas pedagógicas (questões da natureza da ciência,

questões do discurso da sala de aula, questões culturais e questões baseadas em casos) identificadas acima foi apresentada pelo autor para sintetizar linhas atuais em que tais questões se desenvolvem e assim, categorizá-las quanto a sua natureza. Conforme, a seguir:

- (1) *Natureza das Ciências*: questões dessa natureza revelam a ênfase colocada nas crenças epistemológicas dos alunos e como elas influenciam as decisões sobre QSC (por exemplo, Bell, 2004, Bell, Lederman, e Abd-El-Khalick, 2000). Para o autor, orientações epistemológicas sobre a natureza da ciência influenciam o uso ou não de uma evidência científica para sustentar a argumentação do estudante. Nesse contexto, o raciocínio moral propriamente dito é entendido como o resultado da oportunidade de evidenciar a compreensão quanto à natureza da ciência, de forma que essa compreensão seja levada em conta e faça sentido frente à necessidade de uso dos critérios empíricos e sociais em contextos educacionais formais e informais através do discurso racional.
- (2) *Discurso em sala de aula*: questões dessa natureza enfatizam o papel crucial que o discurso desempenha em sala de aula, nas interações entre os pares, e seu impacto no raciocínio. Algumas pesquisas ressaltam a importância do desenvolvimento dos pontos de vista dos alunos sobre a ciência através da argumentação na construção do conhecimento através do discurso sobre QSC (por exemplo, Zeidler et al., 2003). O valor do discurso em sala de aula no desenvolvimento do raciocínio moral tem sido amplamente demonstrado na literatura de pesquisa (BERKOWITZ e OSER, 1985; BERKOWITZ, OSER, ALTHOFER, 1987; KEEFER, 2002; KEEFER, ZEITZ, ERESNICK, 2000), em termos de criar dissonâncias, oferecendo a oportunidade para no âmbito das interações discursivas reexaminarem suas crenças, seus pontos de vista e formas de pensamento em relação aos processos. Drive et al. (1996) tem demonstrado como os estudantes podem lidar com evidências conflitantes relacionada com a QSC. Os autores indicaram que através da instrução científica cuidadosamente planejada, os estudantes podem aproveitar experiências passadas e combiná-las com novas ideias para explicar decisões em contextos sociocientíficos. No âmbito do discurso, a interação dialógica ocorre de forma que um estudante pode internalizar claramente e articular os pensamentos, argumentos, ou posição de outro estudante. Seu raciocínio torna-se então transformacional no sentido que o raciocínio que um indivíduo possui torna-se integrado com o de outro. Berkowitz e Simmons (2003) relataram que os estudantes que se envolvem em discursos mais interativos,

durante a aula, também aprendem a resolver problemas científicos e matemáticos de forma mais eficaz, conseqüentemente melhoram o desenvolvimento do raciocínio científico e as estratégias de resolução de problemas.

- (3) *Questões culturais*: nas questões de natureza cultural, as experiências culturais são (re)significadas e a tomada de decisão ocorre mediante essa (re)significação, que se dá pela interlocução de diversos tipos de conhecimentos, influencia e sofre influência do meio cultural o qual o aluno está inserido. De acordo com Zeidler et al (2005), as experiências culturais dos alunos, portanto, certamente influenciam as suas decisões, é também claro que as identidades pessoais não são fixas, mas variam com a configuração e são formadas por meio social, intelectual dos alunos, e crescimento moral. Em sua complexidade, uma QSC pode oferecer múltiplas conexões com interesses variados e sistemas de crenças, auxiliando os alunos na criação de caminhos para a aprendizagem das ciências. Os alunos possuem diversas matrizes de experiências culturais que, necessariamente, contribuem para a maneira com a qual se aproximam e resolvem questões sociocientíficas controversas. Seus pontos de vista e identidades engendram escolhas morais e são trazidos para qualquer sala de aula. Assim sendo, é imperativo para educadores de ciências para promover ambientes, isto é, trabalhar contextos em sala de aula que incentivem a expressão de diversas perspectivas, mesmo quando essas perspectivas não são consistentes com noções tradicionais da ciência. Segundo Amoroso et al (2003), ao reconhecer a natureza moral do ensino os alunos tornam-se agentes morais ativos, isso é essencial para que os professores entendam que a suas salas de aula não podem ser livres de valor, mas certamente devem ser inseridos valores justos.
- (4) *Questões baseadas em casos*: questões dessa natureza têm sido amplamente recomendadas, pois reforçam a posição de que, para desenvolver a alfabetização científica dos cidadãos, a comunidade de educação científica deve ir além de práticas CTS passadas que geralmente não levavam em conta de maneira mais explícita o desenvolvimento moral da criança e, ao invés disso, os alunos devem ser envolvidos com os tipos de questões e problemas para refletir tanto sobre seu intelecto quanto sobre seu senso de caráter. Estudos recentes envolvendo exemplo de casos vêm sendo implementados na literatura com esse objetivo: alimentos geneticamente modificados (WALKER E ZEIDLER, 2003), engenharia genética humana (SADLER E ZEIDLER, 2004; ZOHAR E NEMET, 2002), experimentação com animais (SIMONNEAUX, 2001; ZEIDLER et al, 2002), e dilemas ambientais (HOGAN, 2002; KOLSTØ, 2001).

A utilização de estudos de casos sociocientíficos controversos pode promover o desenvolvimento de habilidades, de pensamento crítico e desenvolvimento moral e ético. Estes estudos sugerem fortemente que os currículos usando tais questões proporcionam um ambiente onde os alunos se engajam no discurso, na reflexão o que afeta o desenvolvimento cognitivo e moral desses estudantes.

Diversos pesquisadores, tem desenvolvido ou aperfeiçoado as metodologias para implementar no âmbito das QSC estudos de caso. Pedretti (2003), usando o modelo de Ratcliffe (1997) como um enquadramento organizacional, obteve experiências de sucesso com futuros professores que abraçaram a ideia de incorporar QSC via CTSA no currículo. Seu modelo pedagógico incluía, no processo de tomada de decisão pelos estudantes um conjunto de etapas a serem seguidas e planejadas:

1. *Opções* - identificar as alternativas em curso e ações para uma questão;
2. *Critérios* - desenvolver critérios adequados para comparar as ações alternativas;
3. *Informações* – tornar claro o conhecimento geral e científico/evidências de critérios;
4. *Estudo pós-avaliação* – estudar as vantagens e desvantagens de cada alternativa de acordo com critérios escolhidos;
5. *Escolha* – tomar uma decisão com base nas análises efetuadas;
6. *Revisão* – avaliação do processo de tomada de decisão identificando melhorias viáveis.

Outro modelo desenvolvido por Keefer (2003), quando trabalhou com casos que relatavam dilemas éticos profissionais e como os valores pessoais dos indivíduos influenciavam suas decisões frente à questão, também propôs um modelo aplicável a estudos de caso em contextos práticos usando questões de casos morais. O modelo de Keefer (2003, p. 253) implica o seguinte:

1. Identificar as questões morais em jogo;
2. Identificar o conhecimento relevante e fatos desconhecidos em um problema;
3. Oferecer uma resolução;
4. Proporcionar uma justificativa;
5. Considerar cenários alternativos que defendem diferentes conclusões;
6. Identificar e avaliar consequências morais;
7. Ofertar alternativa de resolução.

Outra abordagem complementar as QSC baseadas em casos fornece uma forma mais explícita de examinar de maneira mais crítica interesses e valores pessoais dos alunos como estes influenciam na argumentação e no discurso dos estudantes. No modelo proposto por Kolstø (2000), aplicado principalmente com estudantes de ciências da educação básica, o conhecimento científico é formulado pela construção de consensos através de discurso crítico entre os pares (competentes).

Na compreensão do autor a premissa principal da abordagem é o consenso, mas, o consenso só pode ser alcançado mediante o entendimento geral da natureza humana e das limitações das reivindicações científicas. Tal entendimento é necessário para colocar as declarações científicas em termos adequados para que as decisões consensuais quanto a QSC possam ser alcançadas. Necessariamente, os projetos de consenso tendem a ter quatro atributos-chave (KOLSTØ, 2000, p. 652):

1. Apresentação e defesa de dados - conclusões contra uma possível oposição do professor e colegas são formuladas com objetivo de direcionar a um consenso na abordagem das questões;
2. As opiniões de profissionais e não profissionais são solicitadas em uma questão sociocientífica particular, de modo que as recomendações equilibradas possam ser formuladas e transmitidas a políticos e/ou organizações políticas ou não governamentais;
3. Os alunos procuram uma conclusão comum sobre a qual todos possam concordar enquanto procuram buscar a opinião de "especialistas" para chegar a uma conclusão;
4. Os alunos escrevem um relatório contendo as suas avaliações e conclusões, que ficam disponíveis para o público em geral, políticos e /organizações políticas ou não governamentais.

De acordo com Zeidler et al (2005), tal abordagem, sem dúvida, coloca grandes exigências sobre o professor, cujo papel é o de um conselheiro, consultor e crítico. Os alunos percebem desde o início serão desafiados a se posicionar e avaliar sob um ponto de vista crítico o processo de construção do consenso.

Para Raticlife e Grace (2003), uma QSC é uma questão que tem uma base científica sobre a qual se pesa a avaliação das potencialidades e limites da problemática e sua relação com outros fatores diversos, além de ser uma questão que possui potencialmente grande impacto na sociedade.

Os autores elencam um conjunto de características que representam potencialmente a natureza de uma QSC:

1. Têm uma base científica que se revela frequentemente nas fronteiras do conhecimento científico;
2. Envolvem formar opiniões, tomar decisões a nível pessoal ou a nível social;
3. São frequentemente relatadas pela mídia, mas, infelizmente é comum problemas de apresentação com base “nos propósitos do comunicador”;
4. Lidam com informações incompletas devido aos conflitos/incompletudes das evidências científicas e de relatórios inevitavelmente incompletos;
5. Abordam as dimensões local, nacional e global com estruturas políticas e societárias concomitantes;
6. Envolvem alguma análise de custo-benefício em que o risco interage com os valores;
7. Pode envolver considerações sobre o desenvolvimento sustentável;
8. Envolvem valores e raciocínio ético;
9. Pode exigir alguma compreensão de probabilidade e risco;
10. São frequentemente tópicos que se relacionam com a vida transitória.

São exemplos de algumas QSC que incorporam alguns dos aspectos elencado pelos autores: mudanças climáticas, a manipulação genética, crise energética ou até mesmo problemas locais e/ou pessoais relacionados a vida das pessoas e que exigem algum tipo de posicionamento. As QSC têm sido amplamente recomendados no ensino de ciências com diferentes objetivos (KOLSTØ, 2001; RAMSEY, 1993; RATCLIFFE, 1998; RATCLIFFE e GRACE, 2003; RUBBA, 1991; ZEIDLER ET AL., 2005), os quais podem ser agrupados nas seguintes categorias:

1. Relevância – encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas de seu cotidiano e desenvolver responsabilidade social;
2. Motivação – despertar maior interesse dos alunos pelo estudo de ciências;
3. Comunicação e argumentação – ajudar os alunos a verbalizar, ouvir e argumentar;
4. Análise – ajudar os alunos a desenvolver raciocínio com maior exigência cognitiva;
5. Compreensão – auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência (RATCLIFFE, 1998).

Segundo Santos (2002) e Santos e Mortimer (2003) as questões sociocientíficas pela sua natureza são inerentes à atividade científica e a sua abordagem no currículo pode ser feita: de forma temática, no sentido de tópico ou assunto amplo (e.g. poluição ambiental, transgênicos, recursos energéticos etc.); ou de forma pontual, com exemplos de fatos e fenômenos do cotidiano relativos a conteúdos científicos que ilustram aplicações tecnológicas envolvendo esses aspectos; ou ainda por meio de questões dirigidas aos estudantes.

Para muitos autores (e.g. Ramsey, 1993; Rubba, 1991) as questões sociocientíficas aparecem como temas relativos às interações CTS. Enquanto que outros autores (e.g. RATCLIFFE E GRACE, 2003; ZEIDLER et al., 2005) propõem essas questões sociocientíficas sejam introduzidas no currículo na forma de perguntas controversas que possam suscitar debates, em um processo argumentativo (SANTOS e MORTIMER, 2009) e que apesar de compartilharem objetivos comuns quanto ao ensino de ciências sejam especificamente diferenciados da abordagem CTS.

Diversos trabalhos na literatura (BINGLE E GASKELL, 1994; DRIVER, LEACH, MILLAR e SCOT, 1996; ZEIDLER e KEEFER, 2003) ressaltam a importância da discussão das questões sociocientíficas na educação científica e seu papel central na promoção da alfabetização científica para a tomada de decisão e na compreensão da natureza do conhecimento científico (ZEIDLER et al., 2005).

O trabalho com QSC no âmbito escolar representa um desafio para o professor na busca por uma formação crítica e reflexiva que prepare o estudante para decidir sobre os aspectos que envolvem controvérsias sociocientíficas e o balanço benefício/malefício do desenvolvimento científico e tecnológico. O foco crescente em propostas de ensino que assumem como um dos seus objetivos a alfabetização científica no currículo de ciências, tem levado a uma maior ênfase às estratégias nas quais os estudantes possam fazer avaliações baseadas em evidências e decisões sobre aspectos relevantes da vida em sociedade. No entanto, isso nem sempre se mostra fácil em sala de aula. Dificuldades são particularmente aparentes para a exploração de QSC, onde não há necessariamente uma resposta "correta" e os alunos precisam da oportunidade de discutir tais questões, e separar estes argumentos de seus próprios valores e crenças (OULTON et al, 2004).

Conforme aponta a literatura, a tomada de decisão que envolve questões sociocientíficas é afetada múltiplos fatores. Embora múltiplos fatores devam ser considerados, algumas pesquisas sugerem que tanto o público em geral (POMPE, BADER, e TANNERT, 2005; THAGARD, 2001)

quanto os estudantes de graduação (HALVERSON, SIEGEL E FREYERMUTH, 2009) muitas vezes ignoram a ciência imbricada nessas questões sociocientíficas e na tomada de decisões.

Essas dificuldades revelam em certa medida o quão difícil e complexo pode ser tornar a ciência relevante no âmbito de abordagens em que aspectos axiológicos e ontológicos relacionados ao tema proposto acabam ganhando, em sala de aula, maior relevância. Feinstein (2011), ao realizar uma análise em torno de um conjunto de trabalhos empíricos sobre as QSC discute, entre outros aspectos, que a relevância da ciência no cotidiano deveria ser vista com ceticismo, dado que a partir de um conjunto de ponderações sobre esses trabalhos empíricos o autor argumenta que “em situações cotidianas e momentos de necessidade as pessoas não pensam seus problemas em termos da ciência” (FEINSTEIN, 2011, p. 169, tradução nossa).

No entanto, contra argumentamos que ainda que tais indícios tenham sido evidenciados em algumas pesquisas, tal fato, não contraria a ideia de que as pessoas quando possuem conhecimentos científicos em relação a determinados assuntos tomam decisões de melhor qualidade em sua vida cotidiana sobre questões sociocientíficas. Nesse sentido, é de extrema importância que em abordagens dessa natureza os aspectos contextuais inerentes a essas questões sejam explorados de forma a evidenciar claramente a importância e o papel do conhecimento científico no âmbito dessas questões e em processos de tomada de decisão diante delas.

É papel do professor explorar aspectos do contexto em tais abordagens de forma a evidenciar diferentes aspectos e formas de conhecimentos relevantes à solução dos problemas. Assim como, é papel do estudante reconhecer a importância desses aspectos contextuais e levá-los em consideração em situações que necessitem ponderar diferentes formas de conhecimento da realidade ao fazer uma escolha.

3.2. Aspectos contextuais das questões sociocientíficas

De acordo com Jong (2006, p. 1) a reforma da educação química está em andamento em muitos países. Uma razão importante para esta reforma é a crescente insatisfação com a posição de muitos educadores químicos quanto aos currículos: bastante isolados do interesse pessoal dos alunos, da sociedade atual e dos problemas da ciência e tecnologia da química moderna. O autor afirma que um dos esforços para abolir o atual isolamento do currículo é o uso de contextos significativos para o ensino e a aprendizagem de química.

A abordagem das Questões sociocientíficas embora não se caracterize por uma discussão aprofundada da ideia de contexto, pode ser feita caracterizada também como uma abordagem na qual diferentes contextos (políticos, econômicos, éticos, ambientais, etc.) relativos à ciência e tecnologia emergem dos conteúdos problematizados social e culturalmente. Nesse sentido, a ideia de contexto apesar de não se constituir como foco nas pesquisas sobre a abordagem das QSC está presente quando questões dessa natureza são evocadas no âmbito escolar.

A noção de contexto aparece com diferentes significados, e longe de discutirmos teoricamente tais significados, atentaremos apenas para uma breve discussão sobre o significado do contexto e a importância dos aspectos contextuais na abordagem das QSC.

Para Jong (2006, p.2) os contextos podem ser definidos de várias maneiras. Podendo ser muitas vezes, descritos como situações que ajudam os alunos a dar sentido a conceitos, regras, leis e assim por diante. Outra definição, por vezes apresentada, pode ser expandida pela noção de que os contextos também podem ser descritos como práticas que ajudam os alunos a dar sentido às atividades na sala de aula. No entanto, essas definições são bastante gerais e não descrevem de maneira clara e eficiente o significado de contextos e seu uso na educação química. Na visão desse autor os aspectos contextuais se relacionam aos domínios de suas origens e de acordo com esses domínios podem ser categorizados em quatro grupos distintos.

O quadro 2, busca resumidamente articular essas premissas, elencando a origem do contexto, como nas situações de aprendizagem o contexto e o conhecimento químico científico de relacionam, as contribuições ou a função que o contexto assume na abordagem e exemplos e/ou aplicações:

Quadro 2: Sistematização das diferentes origens de um contexto, contribuições ou funções

Origem de um contexto	Situações de ensino e aprendizagem	Contribuições ou funções	Exemplos de um contexto
Domínio Pessoal	Química ↓ Vida Pessoal (cotidiano)	Contextos retirados deste domínio são importantes porque contribuem para o desenvolvimento pessoal dos estudantes através da conexão da química com suas vidas pessoais. Muitas questões da vida cotidiana são úteis.	Cuidados com a saúde, alimentação e/ou higiene pessoal. Efeitos tóxicos de substâncias no corpo/ processos Bioquímicos/ loções corporais/ características químicas dos componentes dessas loções.
Domínio Social e da Sociedade	Química ↓ Sociedade/ambiente	Contextos retirados deste domínio são importantes porque podem contribuir para preparar os alunos para seus papéis como cidadãos responsáveis, esclarecendo muitos	Mudanças climáticas/ processos de combustão ou reações entre radicais na camada de ozônio da atmosfera.

		temas sobre a química e seu papel nas questões sociais.	
Domínio da Prática Profissional	Química ↓ Prática Profissional	Contextos retirados deste domínio são relevantes porque contribuem para preparar os alunos para o seu próximo papel como profissionais em áreas públicas ou privadas.	Várias práticas são úteis: Produção de pequena escala de colas ou polímeros/ prática de analistas químicos associados a um tema químico/ investigar a qualidade de água, alimentos ou medicamentos.
Domínio Científico e Tecnológico	Química ↓ Desenvolvimento científico e tecnológico e suas implicações ↓ História da Ciência	Contextos retirados deste domínio são relevantes porque podem contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico, da alfabetização científica dos alunos.	Várias questões podem ser usadas, especialmente questões que esclarecem informações científicas. Formas de manipulação e raciocínio. Métodos de pesquisa científica / inquérito aberto/ Modelos históricos e teorias.

Fonte: Elaborado com base em Jong (2006)

Em nossa concepção, esses diferentes aspectos contextuais podem ser explorados na abordagem de QSC, de tal forma a enriquecer a problematização dos temas e questões exploradas e a sua vinculação com os conceitos científicos e demais saberes a ser construídos. No ensino, a ordem de apresentação de contextos e conceitos relacionados pode variar, e, por essa razão, a função dos contextos também pode variar.

Jong (2006, p. 3) apresenta um conjunto de considerações em relação a algumas abordagens de ensino (tradicionais, mais modernas e recentes) e as funções que o contexto assume em cada uma delas. Para o autor, em muitas abordagens tradicionais baseadas em contexto, os contextos seguem os conceitos. Por exemplo, depois de ensinar os primeiros dez hidrocarbonetos (de metano a decano), é que se aborda o papel destes hidrocarbonetos na sociedade. Neste ensino, os contextos geralmente têm duas funções: em primeiro lugar, a de ilustrar os conceitos que já foram ensinados, especialmente no caso de conceitos abstratos; em segundo lugar, os contextos são apresentados para oferecer a possibilidade aos alunos de aplicar o conhecimento do que foi abordado.

Em relação as abordagens contemporâneas com base em contextos, em muitas delas, os contextos precedem os conceitos. Por exemplo, uma discussão sobre poluição ambiental e a combustão de gasolina em carros e aviões precedem a abordagem dos principais componentes da gasolina e suas características químicas. Neste ensino, o contexto assume duas outras funções. Em primeiro lugar, os contextos são apresentados como o ponto de partida para o ensino dos conceitos

sendo orientadores da abordagem. Em segundo lugar, assumem a função de melhorar a motivação para aprender novos conceitos.

Em alguns contextos mais recentes, as abordagens baseadas em contextos não apenas precedem conceitos, mas esses conceitos também são seguidos de (outros) contextos se configurando numa rede de interlocuções de sentidos e significados. Neste ensino, as quatro funções citadas anteriormente para o contexto são combinadas: ilustração, aplicação, orientação e motivação. Conforme quadro 3, abaixo:

Quadro 3: Função do contexto em diferentes abordagens de ensino

Abordagem de Ensino	Organização Estrutural	Função do Contexto
Tradicional	Conceitos → Contextos (conceitos precedem os contextos)	Ilustração / Aplicação
Moderna	Contextos → Conceitos (contextos precedem os conceitos)	Orientação / motivação
Recentes	Contextos → Conceitos → Outros contextos (Os contextos precedem conceitos e (Outros) contextos seguem-nos)	Ilustração/ Aplicação/ Orientação/ Motivação

Fonte: Elaborado com base em Jong (2006)

Acreditamos que a abordagem das QSC, assim como as perspectivas mais recentes que exploram aspectos contextuais, pode contribuir tanto para o desenvolvimento pessoal dos estudantes incorporando as dimensões morais, éticas além dos próprios conhecimentos da química tratados. Além disso, pode contribuir também para o desenvolvimento social, profissional e científico-tecnológico. O contexto nessa abordagem se enquadraria nessa perspectiva mais ampla no qual assume as funções tanto de ilustrar, aplicar e orientar a abordagem dos conhecimentos científicos quanto para motivar os estudantes e até mesmo os professores.

Ao explorar a relação e o papel do contexto na construção dos conceitos científicos na abordagem das QSC é inegável a importância de se explorar aspectos sociais mais amplos inerentes a tais questões.

Para Rodrigues e Mattos (2009), o contexto deve ser considerado como um objeto complexo, com diversos elementos altamente conectados entre si. Isso implica dizer, por um lado que o contexto não é algo exclusivamente mental que tenha determinação individual ou subjetiva, e por outro, não é algo exclusivamente presente na malha social. De acordo com Rodrigues e Mattos

(2007), o contexto vai além da situação que contorna a interação local. O contexto tem uma natureza muito mais ampla, que regula, controla e integra as práticas sociais e o discurso através de marcas do contexto (dêixis contextuais) compartilhadas entre os sujeitos. Nessa perspectiva, não podemos desvincular as interações do contexto, nem podemos limitar o contexto ao cenário local. Devemos entender que o contexto é aquele que tece, através da linguagem, as relações sociais.

3.3.Aspectos sociais das questões sociocientíficas

De acordo com Santos e Mortimer (2001, p. 96):

A ciência não é uma atividade neutra e o seu desenvolvimento está diretamente imbricado com os aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais. Portanto a atividade científica não diz respeito exclusivamente aos cientistas e possui fortes implicações para a sociedade. Sendo assim, ela precisa ter um controle social que, em uma perspectiva democrática, implica em envolver uma parcela cada vez maior da população nas tomadas de decisão sobre CT. (SANTOS e MORTIMER, 2001, p. 96).

Constantemente estamos envolvidos em processos que culminam na tomada de decisão, e ao contrário do que pensa o público em geral, muitas vezes nesses processos as decisões podem se tornar potencialmente conscientes quando se fundamentam em explicações científicas ou soluções práticas advindas da tecnologia. No entanto, no âmbito das QSC, além dos aspectos científicos e tecnológicos diferentes aspectos devem ser considerados antes de tomar qualquer decisão, e os aspectos sociais na discussão de uma QSC assume um papel importante. Segundo Roberts (1991), existe inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico, solução de problemas e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social (ROBERTS, 1991).

Um exemplo presente no cotidiano, que traz conjuntamente essas dimensões, é a compra de um detergente no supermercado, a escolha por um ou outro produto envolverá fatores ambientais, o indivíduo poderá optar por um detergente comum ou biodegradável, além de fatores: econômico, ético, moral, sociais e etc. Portanto de um modo geral, diversos fatores influenciam a tomada de decisão e podem inclusive ser excludentes à medida que um fator se sobrepõe ou é mais valorizado do que outro. Apesar desse exemplo se restringir a uma questão de caráter mais simples, pode-se estender esse modelo a questões de caráter mais complexo nas quais os aspectos sociais e seus impactos em relação à problemática discutida assumem um papel ainda mais relevante: a reflexão quanto ao exercício da cidadania.

Quando se fala em uma educação pautada nos princípios de uma formação para a cidadania também se defende uma abordagem na qual se propõe desenvolver um senso de responsabilidade individual e coletiva nos estudantes quanto a problemas sociais e ambientais atuais ou futuros. Alguns autores defendem, nesse sentido, uma educação para ação social responsável (CROSS E PRICE, 1996 E 1999; HELMS, 1998; PEDRETTI, 1997; RAMSEY, 1993; RUBBA, 1991; WAKS, 1992, ZOLLER, 1993).

Como afirma Kortland (1996), a tomada de decisão pode ser compreendida como a maneira racional de escolha entre meios alternativos de ação (relativas a questões pessoais ou públicas), os quais requerem um julgamento, dentre outros aspectos, em termos dos valores sociais dos indivíduos. Portanto, é importante que o currículo em ensino de ciências e principalmente o debate sobre as QSC sejam estruturados de forma a propiciar condições para que os valores sociais, suas implicações e articulações com os conceitos químico científicos sejam problematizados e considerados no âmbito dos processos de ensino e aprendizagem.

Diversos autores procuram discutir como esses aspectos sociais e outros fatores se desdobram nos processos de tomada de decisão em relação à QSC, elaborando modelos que refletem as relações entre esses aspectos (KOTTLAND, 1996; RATCLIFFE, 1997; JAGER E VAN DER LOO, 1990; MCCONNELL; 1982). Santos e Mortimer (2001) criticam tais métodos ou modelos estruturantes para a tomada de decisão, argumentando que tais modelos evidenciam uma forma racionalista de encarar a tomada de decisão. Para os autores, da mesma forma que não existe um único método científico, também não existe um único método de tomada de decisão, conforme se pode depreender da variedade de modelos apresentados na literatura. Além disso, há de se considerar a natureza complexa desse processo de tomada de decisão, tendo em vista principalmente a complexidade inerente aos aspectos sociais que estruturam determinadas questões.

Segundo Habermas (1973), as decisões sobre as interações entre a ciência e tecnologia e a sociedade podem ser tomadas de acordo com os modelos tecnocráticos, decisionistas e pragmático-políticos. Santos e Mortimer (2001) definem esses processos de tomada de decisão num âmbito mais amplo, o das decisões em sociedade, segundo as explicações dos autores:

No modelo tecnocrático, a decisão política é tomada exclusivamente em função do referencial dos especialistas em ciências e em tecnologia. No modelo decisionista, os cidadãos determinam os fins, os meios e quais técnicos vão participar da decisão, mas essa é tomada pelo especialista, segundo os critérios estabelecidos. Já no modelo pragmático-

político, há uma interação e negociação entre os especialistas e os cidadãos. (SANTOS e MORTIMER, 2001, p. 100).

Conforme os autores, ao se instituir um método/modelo para a tomada de decisão tende-se a reproduzir os modelos tecnocráticos e decisionistas, no qual a decisão é tomada de forma racional, guiada objetivamente por aspectos técnicos que indicam o caminho da opção a seguir. No entanto, assumindo o modelo pragmático-político, a abordagem curricular para o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão não poderia ser reduzida a seguir uma sequência de passos rígidos nos quais a tecnocracia e o modelo decisionista, sejam hegemônicos. Principalmente, pelo fato que decisões dessa natureza perpassam também pela discussão de aspectos sociais, valorativos, culturais e éticos.

A tomada de decisão em uma sociedade democrática pressupõe o debate público e a busca de uma solução que atenda ao interesse da maior parte da coletividade (SANTOS e MORTIMER, 2001, p. 101). Conforme discutem Santos e Schnetzler (1997), a educação para a cidadania não seria aquela que apresentaria já de pronto as soluções para os estudantes. Não se trata de fornecer a fórmula determinada da justiça, mas de apontar os critérios negativos do juízo, permitindo ao indivíduo que ele determine o que é inaceitável. A decisão, no entanto, é do indivíduo inserido no grupo ou contexto. Segundo Santos e Mortimer (2001, p. 101):

O julgamento político que ocorre no processo de tomada de decisão não implica apenas na capacidade de expressar ideias e argumentar, mas na capacidade de avaliar as diferentes opiniões que surgem no debate e saber negociar a solução de interesse comum. Isso implica que muitos dos problemas presentes no contexto social do aluno envolvem não a escolha entre, mas a superação de alternativas dicotômicas por meio de sínteses dialéticas. (SANTOS e MORTIMER, 2001, p. 101).

Retomando, uma vez mais a educação para ação social responsável, Rubba (1991), destaca que o objetivo é preparar o cidadão para tomar decisões com consciência do seu papel na sociedade: o de indivíduo capaz de provocar mudanças sociais na busca de melhor qualidade de vida para toda a população. Para Santos e Schnetzler (2010) isso inclui conscientizar o cidadão quanto aos seus deveres na sociedade, sobretudo no que se refere ao compromisso de cooperação e corresponsabilidade social, na busca conjunta de solução para os problemas existentes.

Nessa perspectiva, a educação para a ação social responsável deveria levar os estudantes a agir conforme a decisão tomada e a assumir a responsabilidade pela ação desenvolvida associada

a uma atitude de conduta de acordo com normas sociais e a uma tomada de consciência quanto aos problemas sociais que o cerca.

Segundo Santos e Mortimer (2001) o ensino de ciências para ação social responsável implica, então, considerar aspectos relacionados aos valores e às questões éticas que constituem os sujeitos. Assim, uma pessoa torna-se agente responsável quando ela aceita o problema social como um tema de preocupação pessoal. Portanto, uma decisão responsável é caracterizada por uma explícita consciência dos valores que a orientou.

Na percepção dos autores, deve-se considerar, ainda, que a resolução de um problema que se insere na vida do cidadão é diferente da solução dos problemas acadêmicos, geralmente abordados na escola. Os problemas que se inserem na vida do cidadão são problemas reais que revelam a complexidade do mundo e da realidade. Os aspectos sociais abordados são uma das múltiplas facetas e tessituras que revelam a complexidade de tais questões e suas múltiplas variáveis. Assim, é impossível reduzir a resposta a um problema abordado em uma QSC, a uma única variável ou resposta “única / correta”, pois requer pensar no conjunto dessas variáveis e de como essas múltiplas relações exploram e evidenciam a complexidade do mundo e das questões em suas múltiplas dimensões.

3.4.A complexidade das questões sociocientíficas

Um ponto de partida para compreender a complexidade das questões sociocientíficas é diferenciá-las das questões que comumente estão presentes no ensino de ciências escolar. Os problemas acadêmicos, geralmente abordados na escola e as QSC possuem natureza epistêmica diferente. Ao considerar a resolução de um problema escolar acadêmico tem-se, desde o início, uma definição completa do mesmo e um resultado único é esperado. A solução é desenvolvida sob o foco disciplinar, usando-se muitas vezes algoritmos, e pode ser avaliada como certa ou errada.

No entanto, o debate em torno de QSC aponta que a resolução de um problema que se insere na vida do cidadão, possui uma natureza epistêmica complexa, dado que os problemas concretos do cidadão não se mostram a partir de uma questão tão bem definida, quanto os problemas acadêmicos escolares. Os resultados podem encerrar alternativas múltiplas, e a solução é tomada sob o foco multi e/ou interdisciplinar, envolvendo diferentes aspectos por meio de discussões e análise de custos/benefícios. Com base nessas considerações, Fensham (2012, p. 12) aponta

algumas das principais diferenças entre os problemas escolares acadêmicos e as QSC, conforme o quadro 4, a seguir:

Quadro 4: Comparação das características das Questões Sociocientíficas com a ciência escolar tradicional

Ciência de questões sociocientíficas	Ciência da escola tradicional
Interdisciplinar	Disciplinas discretas
Multidisciplinar, incluindo aspectos não científicos.	Aspectos não científicos são usados apenas para motivação
Alguns conhecimentos são incertos	O conhecimento está firmemente estabelecido
As perspectivas científicas sozinhas podem distorcer a realidade dos problemas.	O conhecimento da ciência só é necessário para idealizar situações.
São possíveis e prováveis várias soluções, não uma única solução correta.	Os problemas têm uma única resposta correta, muitas vezes envolvendo a reprodução de conhecimentos estáticos e aplicações simples de princípios.
Lida com a incerteza, apresentam ideias de risco, o raciocínio se baseia na confiança da fonte e no argumento como características das soluções.	O raciocínio científico tem uma racionalidade que não inclui risco e probabilidade. Confiar na fonte e no argumento não são características que devam ser levadas em consideração.

Fonte: FENSHAM, 2012, p.12.

Para além dessas considerações em relação à comparação de problemas acadêmicos escolares e as QSC. A dimensões social, ambiental, humanística, política, cultural, econômica entre outras, que podem envolver a abordagem desses problemas apontam que as diferentes representações de um mesmo contexto e revelam a complexidade do mundo e da realidade. A realidade é complexa bem como suas representações.

No debate específico sobre uma QSC, está imbricada essa complexidade do mundo e de suas relações. Tendo em vista que diferentes elementos e aspectos são considerados tanto para a representação dos conhecimentos em suas dimensões epistemológicas, ontológicas e axiológicas, quanto para a compreensão de como essa realidade se apresenta e do que está em jogo quando um QSC está sendo discutida.

De acordo com Bar-Yam (1992), no contexto da teoria da complexidade um sistema complexo pode ser definido como um conjunto de partes que interagem dinamicamente em função de um mesmo fim, podendo-se considerar uma turma (alunos e professor) como um sistema com agentes diversos (o professor, o aluno, os outros alunos, os manuais, as ideias, os saberes etc.) que partilham um objetivo comum – a construção do conhecimento.

Coutinho e Júnior (2007) definem que o que caracteriza um sistema complexo e o distingue de um sistema simples é o fato de:

a) ser constituído por uma muito maior variedade de componentes ou elementos que, por sua vez, se organizam em níveis hierárquicos internos (por exemplo, no corpo humano: as células, os órgãos, os sistemas de órgãos); e,

b) os diferentes níveis e elementos individuais estarem ligados entre si por uma grande variedade de ligações. À noção de complexidade liga-se, portanto a de variedade dos elementos e das interações; da não linearidade das interações; da totalidade organizada.

Fensham (2012) já sinalizava para a complexidade dessas questões ao apontar em seu artigo *“Preparando cidadãos para um mundo complexo: O Grande Desafio do Ensino de Questões sociocientíficas na educação científica”*, uma série de questões amplas que no âmbito da ciência e da tecnologia se caracterizam como grandes desafios da atualidade. Entre outras questões o autor aponta: Ciclos biogeoquímicos, mudanças climáticas, diversidade biológica, previsão hidrológica, doenças infecciosas, melhorar as vacinas infantis, controlar insetos e a transmissão de doenças, melhoria da nutrição, minimizar os organismos resistentes a medicamentos, gestão de carbono, combustíveis renováveis, química verde, análises do ciclo da vida, aquecimento global (níveis do mar, etc.), combustão de carvão de forma limpa, eletricidade solar, gerenciar o ciclo de nitrogênio, acesso a água limpa, sequestro de carbono, ciberespaço seguro, prevenir o terrorismo nuclear, fusão de energia, etc.

De acordo com Fensham (2012), essas questões mais amplas são grandes desafios no mundo moderno, exemplos de uma classe muito maior de problemas reais que a sociedade e os cidadãos de forma geral vivenciam e que envolvem ciência e tecnologia, comumente referidas como questões sociocientíficas.

As QSC se caracterizam como um grande desafio para a educação científica. São questões que surgem da necessidade da sociedade de uma solução e que estão sendo trazidas regularmente para a atenção pública e política através dos meios de comunicação em massa revelando as complexas relações entre o homem, o mundo, os contextos e no âmbito da sala de aula o ensino e a aprendizagem.

O conhecimento escolar não pode mais ser reduzido aos "programas" de sempre baseado em conceitos que fornecem uma visão de mundo rígida e dogmática, mas deve ser uma oportunidade de fazer perguntas que incitem a intervenção e reflexão sobre os fenômenos e as relações entre os fenômenos que são relevantes para compreender temas científicos e/ou as questões atuais

(IZQUIERDO, 2005, p. 113-114). Os conhecimentos científicos devem ser aplicáveis à vida e fazer sentido também fora da escola.

CP Snow's (1959) chamou a atenção do público para os problemas que surgem quando o conhecimento científico assume um status separado em relação a outras formas de saber. Segundo Fensham (2012) essa separação entre o conhecimento científico e outras formas de conhecimento é histórica, foi reforçada na segunda metade do século XX por estruturas e práticas da própria escolaridade.

O autor aponta que a ênfase abstrata no currículo da ciência se difunde, neste período, nos diferentes níveis e modalidades de ensino contribuindo para uma concepção histórica e culturalmente construída que aprender Ciência era algo difícil para muitos estudantes, criando assim um mito de superioridade sobre o conhecimento científico. A ciência foi cada vez mais ensinada como conhecimento conceitual que forneceu princípios generalizados que, ao reunir de outra forma fenômenos diferentes, promovia a construção de uma imagem simplificada e poderosa, mas abstrata do mundo natural.

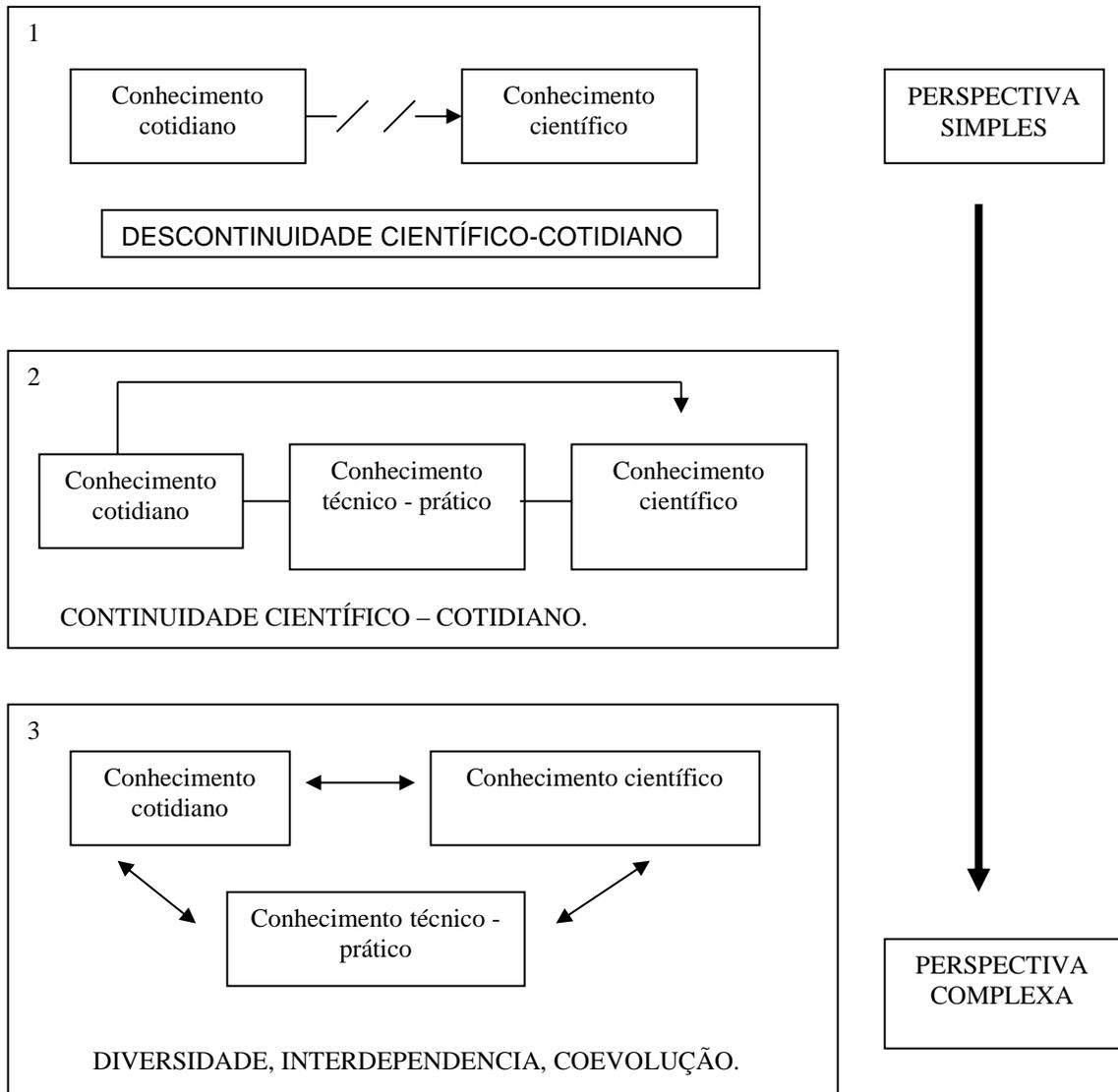
O ensino por meio de QSC segue uma direção oposta a essa simplificação, se alinhando a perceptivas nas quais a visão da complexidade do mundo e de suas representações tem um papel importante na discussão e resolução dos problemas contemporâneos reais. Essa mudança na visão de mundo reforça uma mudança de paradigma, Jenkins (2000, p. 211) argumentou que o “mundo prova ser muito mais complicado, incerto e arriscado do que a ciência escolar incentiva os estudantes a acreditar”. Essa complexidade deve ser explorada na sala de aula, e, sobretudo, nos permitir refletir sobre o papel da ciência ao abordar questões de natureza complexa. Garcia (1998), alinhado a esse debate argumenta que:

Parece, portanto, que começa a haver algum consenso de que a educação científica deve apresentar uma ciência não exclusivamente analítica, que não seja linear, mas integradora; não reducionista, mas complexa; que não seja neutra ou asséptica, que contextualize e envolva a problemática socioambiental, que seja útil para o tratamento adequado de tais problemas; que seja progressista e libertadora, de modo que a cultura científica permita a formação de cidadãos críticos com o desempenho técnico e capaz de gerenciar seu ambiente; para enfrentar problemas em aberto e ambíguos da realidade; envolvendo a democratização do uso social e político da ciência, etc. (GARCIA, 1988, p. 3)

Para o autor, dentro destas abordagens que buscam reformular o lugar da ciência na determinação dos currículos escolares se evidencia uma transição importante: de uma perspectiva mais simples e linear para uma perspectiva mais complexa, na qual se enfatiza uma forte

preocupação com o papel social da educação e a forma como conhecimentos cotidianos e científicos são considerados. Na figura 3 resume-se essas diferentes posições e a transição da perspectiva simples para a complexa:

Figura 3: Conhecimento Cotidiano, do Simples ao Complexo



Fonte: GARCIA, 1998.

A primeira abordagem, caracterizada pelo autor como uma perspectiva simples à qual se articula ao que foi denominada na literatura como o modelo de mudança conceitual. Propõe-se uma

ruptura entre conhecimentos cotidianos e científicos, o foco da abordagem de ensino é nos conteúdos conceituais e se pretende substituir um tipo de conhecimento pelo outro.

Já a segunda abordagem, segundo Garcia (1998), pode se caracterizar como um modelo de transição, o fazer ciência pela resolução de problemas é entendido como um ensino por investigação, enfoque que pretende propiciar uma troca conceitual, atitudinal e metodológica no pensamento dos estudantes, para aproximá-lo do conhecimento científico.

A perspectiva mais atual, a complexa, considera o papel da ciência na sociedade e as complexas relações que se estabelecem para que os estudantes compreendam o papel social da ciência e interações ciência - tecnologia – sociedade, aspectos éticos, morais, econômicos, políticos e outros.

Finalmente, acreditamos, que a abordagem das QSC à qual defendemos se alinha a essa perspectiva complexa, porque propõe a reorganização do conhecimento cotidiano dos sujeitos, no sentido de torná-lo mais complexo, integrando e incorporando a participação de muitas fontes de conhecimentos de origens diferentes e não só do conhecimento científico, não considerando a substituição de uma forma de conhecimento por outra, mas a integração, isto é, complexificação dessas diferentes formas de conhecimento na perspectiva de compreender a base da QSC e o debate sobre as possíveis soluções e a tomada de decisão para os problemas.

Diante dessa complexidade, surge um questionamento: Como dar conta do ensino e da aprendizagem no contexto da sala de aula, explorando as QSC? Uma vez, que essa visão de totalidade que se insere na compreensão da realidade enquanto sistema complexo nos propicia tomar os contextos explorados também como realidades complexas, e as suas representações na sala de aula como possibilidade para construção de sentidos e significados quanto aos conceitos e a sua integração a outras formas de conhecimento. E, ainda, como subsidiar o trabalho do professor em sala de aula, que elementos podem viabilizar a abordagem das QSC no contexto escolar.

3.5.Aspectos pedagógicos das questões sociocientíficas

De acordo com Sadler (2011) um tema importante que emerge em múltiplos trabalhos sobre as questões sociocientíficas na sala de aula, relaciona-se com a natureza desafiadora da criação e da abordagem dessas questões na educação científica. Vemos vários exemplos de professores que lutam com aspectos da promulgação da educação com base em QSC. É inegável, que ensinar

ciência através de QSC é um trabalho desafiador que requer compromisso e uma vontade de lutar com incertezas. Sadler (2011, p. 357), afirma que “ensinar a ciência de tal forma que a representação do conteúdo científico seja o foco exclusivo ou pelo menos principal é muito mais fácil do que assumir o desafio e as "contradições" das QSC”.

Quando discutimos a abordagem das QSC na educação científica em contraponto com as críticas à educação CTS, foi mencionada que a abordagem das QSC, do ponto de vista pedagógico, oferecia muito mais subsídio e recursos ao professor e ao trabalho desenvolvido na dinâmica da sala de aula: pela clareza teórica e metodológica com a qual se desenvolviam os trabalhos no âmbito da argumentação científica e sociocientífica no ensino de ciências, ou por outros trabalhos sobre processos de tomada de decisão e aproximações com os objetivos da alfabetização científica dos cidadãos que também tornam tais propostas exequíveis em sala de aula.

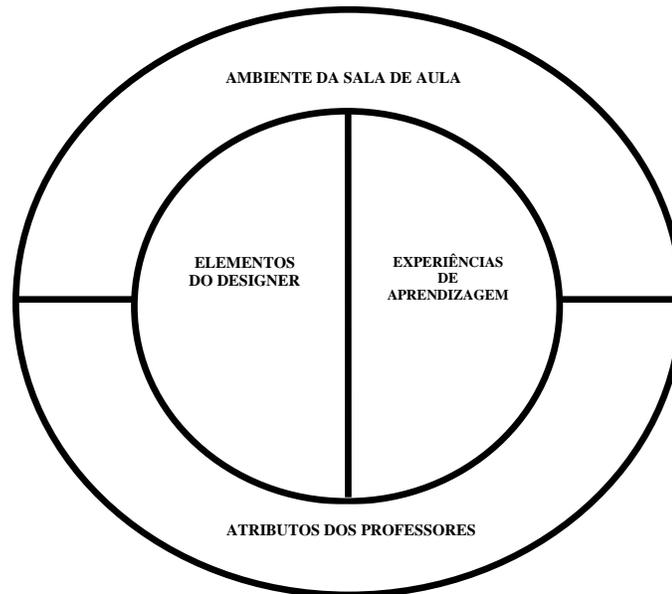
Com base em uma série de publicações organizadas em seu livro “*Socio-scientific Issues in the Classroom*” Sadler (2011), buscou oferecer um modelo instrucional sobre a abordagem das QSC como meio de tornar a integração das QSC na sala de aula de ciência mais gerenciável para o professor, e ao mesmo tempo, que fosse um modelo flexível que fornecessem elementos que poderiam variar de acordo com as particularidades do processo de ensino, aprendizagem e do ambiente escolar.

Na verdade, a intenção do autor não era apresentar, de forma específica, um modelo, mas sim, com base em sua experiência e considerando uma série de questões comuns que emergiram em diversas pesquisas sobre a implementação das QSC em sala de aula, desenvolver um quadro teórico metodológico que orientasse pedagogicamente o trabalho do professor e tornar-se exequíveis os objetivos de uma educação científica para a cidadania no âmbito da abordagem das QSC.

A Proposta de Troy D. Sadler, representada pela figura 4, denominada pelo autor como “um quadro emergente para a educação baseada em QSC” é composta por quatro elementos principais: Elementos de Designer, Experiências de Aprendizagem, Ambiente de Sala de Aula e por fim, Atributos dos Professores.

Cada um desses elementos se complementa e definem aspectos pedagógicos e características importantes que devem ser incorporadas desde a elaboração de QSC até o seu desenvolvimento no contexto da sala de aula.

Figura 4: Representação gráfica do quadro emergente para a educação baseada em QSC



Fonte: (SADLER, 2011, p. 362, Tradução nossa).

O autor argumenta que os elementos de design e as experiências de aprendizado estão situados centralmente na representação gráfica para mostrar estes como características principais da educação baseada em QSC. Enquanto que, o ambiente da sala de aula e os atributos dos professores estão posicionados de forma mais periférica para indicar o papel desses dois elementos em moldar a implementação dos elementos de designer e as experiências de aprendizado dos estudantes. Sadler (2011, p. 362-363), define que:

Os elementos de designer referem-se a considerações importantes para que o designer da educação baseada em QSC seja desenvolvido com sucesso. As experiências dos alunos representam os tipos de oportunidades que os alunos deveriam ter acesso durante a educação baseada em QSC. O ambiente da sala de aula refere-se a características contextuais dos ambientes de aprendizagem que são necessárias para o sucesso do projeto e implementação das experiências. Da mesma forma, os atributos do professor representam características de referência e práticas que os professores devem assumir para a implementação bem-sucedida da educação baseada em QSC. (SADLER, 2011, p. 362-363, tradução nossa).

É perceptível algumas dificuldades de implementação da abordagem de QSC em sala de aula e o desafio para o professor em lidar com questões dessa natureza no âmbito escolar. Ao propor “um quadro emergente para a educação baseada em QSC”, o autor traz considerações importantes sobre aspectos pedagógicos que viabilizam e subsidiam o trabalho do professor.

De acordo com Bortoletto e Carvalho (2012), quando se fala nas dificuldades em gerenciar as atividades de sala de aula ao abordar QSC, pode-se dizer que grande parte dessas dificuldades é oriunda do próprio contexto cultural escolar, no qual os alunos, muitas vezes, não conseguem se organizar para um bom trabalho em grupo e se sentem confusos com a quantidade de informações que necessitam gerenciar. Segundo os autores o diálogo entre aluno-aluno e professor-aluno fica restrito a questões fechadas que reduz o potencial de tematizar uma questão polêmica.

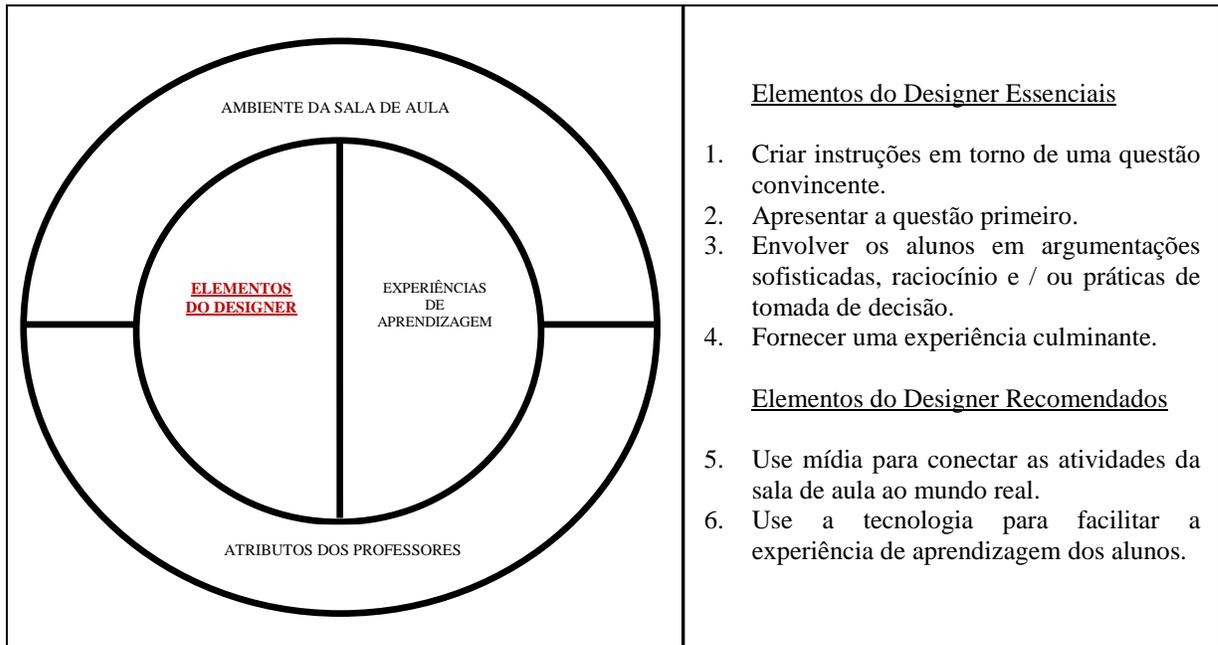
Essas considerações reforçam para a necessidade de se pensar numa estrutura que norteie a abordagem de QSC na sala de aula e orientem o trabalho do professor com tais questões. Nessa direção o modelo estrutural elaborado por Sadler (2011) viabiliza tais propostas desde a etapa de elaboração, considerando os elementos do designer e as experiências de aprendizado até o desenvolvimento em sala de aula, considerando os aspectos que se relacionam ao ambiente da sala de aula e aos atributos do professor que poderão ser moldáveis ao contexto no qual aluno e professor encontram-se. Todos esses aspectos dos elementos da estrutura são descritos em maior detalhe na sequência.

Em relação aos *Elementos do Designer*, que é o primeiro aspecto a ser considerado na abordagem de QSC. O autor descreve um conjunto de considerações e ações, “elementos essenciais do designer”, que devem ser incorporadas ao currículo e a abordagem de QSC na sala de aula, a saber: criar instruções em torno de uma questão convincente; apresentar a questão primeiro; fornecer subsídios para práticas de ordem superior (por exemplo, argumentação, raciocínio, tomada de decisão) e fornecer uma experiência culminante.

Além desses elementos de designer essenciais, surgiram outras duas considerações ou ações, presentes em alguns trabalhos com QSC, que podem ser muito úteis para os professores considerar, mas sua incorporação ao projeto de educação baseada em QSC não é absolutamente necessária, são eles: utilização de mídia para conectar as atividades da sala de aula ao mundo real; e utilização da tecnologia para facilitar a experiência de aprendizagem dos alunos.

A figura 8 apresenta os elementos essenciais e os recomendáveis que caracterizam os Elementos do Designer:

Figura 5: Elementos do Designer Essenciais e Recomendados para a educação baseada em QSC



Fonte: (SADLER, 2011, p. 363, Tradução nossa).

Na visão do autor, uma primeira ação deve ser *criar instruções em torno de uma questão convincente*. É fundamental para a ideia de uma educação baseada em QSC, a noção de que o ensino e a aprendizagem se relacionarão com uma questão social convincente com a ciência, isto reforça o papel social da educação com base nas QSC e a relação sempre integradora que se pretende construir com o conhecimento científico e a discussão de tais questões.

A segunda ação considerada como elemento de designer essencial refere-se ao posicionamento dessa questão dentro de uma sequência de instruções. É importante *apresentar o problema no início* da sequência de instruções para que ele possa servir de contexto verdadeiro para a aprendizagem de ciências. Pode ser útil apresentar questões e assuntos que mostrem instruções científicas como uma demonstração de como o conteúdo científico pode ser aplicado, mas se o objetivo é contextualizar verdadeiramente a experiência de aprendizagem, como é o caso da educação baseada em QSC, a questão precisa ser destacada na saída da experiência.

Outro elemento essencial diz respeito a *envolver os alunos em argumentações sofisticadas, raciocínio e / ou práticas de tomada de decisão*. Esse é um objetivo desafiador, e não se pode presumir que os estudantes aperfeiçoem suas práticas de forma intuitiva nessas áreas se não forem estimulados a isso. Então, é importante que o professor que trabalhe com questões sociocientíficas

ofereça subsídios e crie estratégias que viabilizem de alguma maneira práticas de ordem superior entre os estudantes. O fornecimento de apoios específicos e exemplos de práticas desejadas, como a argumentação, o raciocínio e a tomada de decisão, são necessários para a elaboração da educação baseada em QSC e para alcançar os objetivos da alfabetização científica.

O último elemento de designer essencial é a *necessidade de uma experiência culminante* que ofereça uma oportunidade para que os alunos liguem o que aprenderam e relacionem essas compreensões como práticas com a questão que foi explorada. As experiências culminantes apresentadas em diversos trabalhos variam bastantes, desde as atividades de jogo role-play e debate até a criação de recomendações fomentadas e projetos de aprendizagem em serviço. Para Sadler (2011), a atividade culminante pode assumir múltiplas formas, desde que a estratégia escolhida ofereça oportunidades para que os alunos reflitam suas experiências e usem o que aprendem na elaboração e representação de decisões, argumentos e / ou outros produtos.

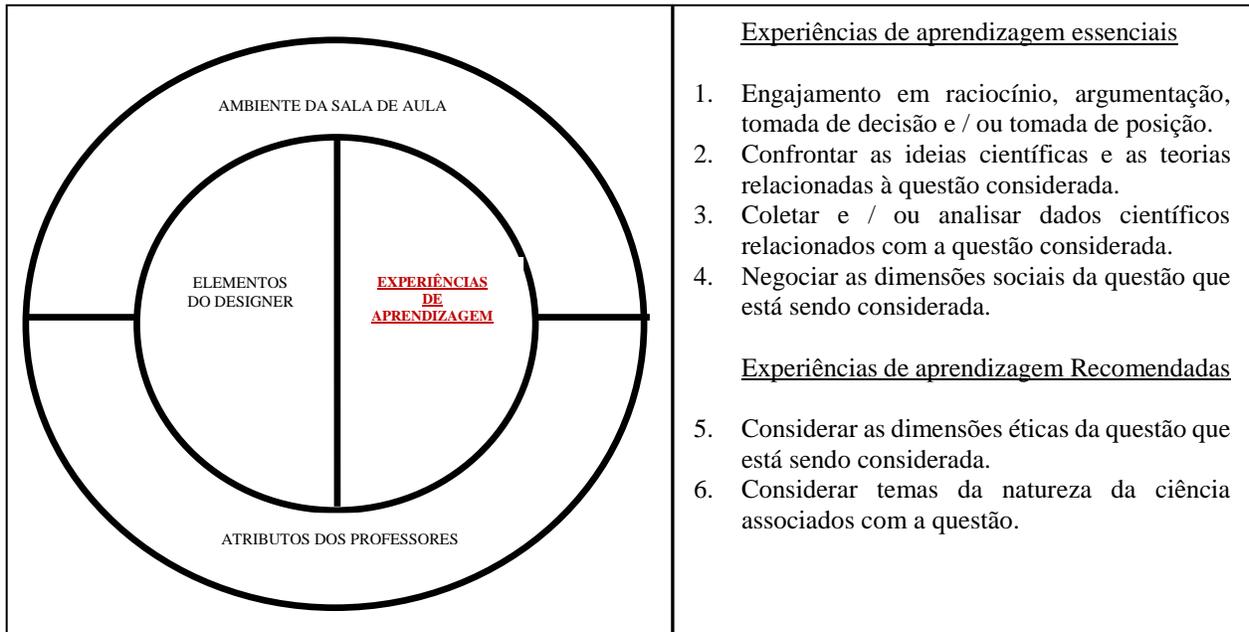
Quanto aos elementos recomendados, podemos dizer que podem ou não ser incorporados dependendo do planejamento do professor e dos recursos a ele disponíveis. Podem ser recomendados: *o uso de mídia para conectar as atividades da sala de aula ao mundo real*, ou ainda, *o uso da tecnologia para facilitar a experiência de aprendizagem dos alunos*. É inegável, que tanto o uso das tecnologias quanto de mídias se caracteriza como recursos úteis para ajudar a gerar interesse entre os alunos e ajudar a estabelecer conexões entre as representações da sala de aula e as representações da questão no mundo real.

Em relação às *Experiências de Aprendizagem*, que é o segundo aspecto a ser considerado como importante na educação baseada em QSC. De acordo com Sadler (2011), as experiências de aprendizagem dos aspectos do quadro emergente para educação baseada em QSC descrevem os tipos de experiências que os estudantes devem ter enquanto estão empenhados em aprender no âmbito de QSC. Assim, como discutido anteriormente, há experiências de aprendizagem essenciais e aquelas recomendadas.

Entre as experiências de aprendizagem essenciais Sadler (2011) defende um conjunto de ações essenciais que compõem as experiências de aprendizagem e podem contribuir para que a educação baseada em QSC seja bem-sucedida.

As experiências de aprendizagem na perspectiva do autor encontram-se representadas na figura 6, a seguir:

Figura 6: Experiências de Aprendizagem Essenciais e Recomendadas para a educação baseada em QSC



Fonte: (SADLER, 2011, p. 365, tradução nossa).

A primeira delas, diz respeito ao engajamento em raciocínio, argumentação, tomada de decisão e / ou tomada de posição por parte dos estudantes. Segundo o autor os estudantes precisam ter oportunidades de se engajar em práticas de ordem superior, como as mencionadas anteriormente, associadas à negociação de significados e sentidos sobre as QSC. Essas atividades podem ser enquadradas em termos de leitura, argumentação, tomada de decisão ou tomada de posição, no entanto, o rótulo de atividade é menos importante do que o fato de que os estudantes sejam oportunizados a participar de uma ou mais dessas atividades. Para o autor, não é suficiente para os estudantes simplesmente aprender sobre a QSC, eles precisam estar envolvidos em práticas de ordem superior associadas a essas atividades de forma a compreender a base dessas questões e como conhecimentos científicos e outros se integram quando questões dessa natureza são discutidas.

Outra experiência de aprendizagem que deve ser oportunizada aos estudantes é a de *confrontar as ideias científicas e as teorias relacionadas à questão considerada*. Em outras palavras, os estudantes precisam ter oportunidades para confrontar as ideias e teorias científicas relacionadas à QSC explorada, confrontar a ciência de várias maneiras por meio de oportunidades explícitas para fazê-lo, explorando as diversas dimensões do conhecimento que possa ser problematizado ou construído.

Além de explorar o conteúdo científico das questões, os alunos precisam de oportunidades para *coletar e/ou analisar dados científicos relacionados à questão*. De acordo com Sadler (2011), os dados científicos geralmente não são suficientes para fornecer soluções para QSC complexas, mas os dados são essenciais para fornecer informações sobre essas questões. A coleta de dados relevante pode ser difícil de gerenciar no âmbito da sala de aula, mas o professor pode contar com os mais variados recursos, ou a utilização de tecnologias digitais ou multimídia para viabilizar essa ação. Esse conjunto de dados pode ser analisado, pelos estudantes, e usados em seu processo de tomada de decisão.

Por último, a experiência final de aprendizagem essencial relaciona-se com as dimensões sociais da QSC, tem a ver com *negociar as dimensões sociais da questão que está sendo considerada*. Para o autor, as considerações sociais, como a política e a economia, ética, moral e os valores são elementos determinantes da abordagem das QSC no âmbito escolar. Nesse sentido, os estudantes precisam de oportunidades para explorar essas considerações na educação baseada em QSC, de negociar sentidos e significados inerentes a tais questões problematizando-as e enxergando a possibilidade do conhecimento químico científica na abordagem de tais questões. Nessa perspectiva, Bartoletto e Carvalho (2012) argumentam que:

[...] diferentes perspectivas políticas, sociais, científicas, e ético-morais presentes na dimensão controversa permitem a aproximação dos alunos da dimensão moral. No entanto, é necessário que as práticas pedagógicas sustentem ações reflexivo-comunicativas. Para isso, é importante que os educandos percebam a controvérsia sociocientífica em sala de aula para que se sintam estimulados no seu núcleo de crenças a participar das discussões. (BARTOLETTO e CARVALHO, 2012, p. 255).

A abordagem das QSC e as experiências de aprendizagem que se caracterizam como essenciais para que a abordagem seja bem-sucedida, nos possibilitam olhar para uma concepção mais ampla de formação, fundamentada no compartilhamento de diferentes visões de mundo voltadas ao entendimento de cada visão pelos participantes. No sentido de, a partir do compartilhamento das ideias e da participação de todos os envolvidos ser possível identificar e analisar os comportamentos voltados para o entendimento coletivo da temática que envolve a QSC explorada.

Além das experiências essenciais de aprendizagem, o quadro emergente de Sadler identifica duas outras experiências de aprendizado recomendadas. A primeira experiência recomendada é, na verdade, uma extensão da experiência essencial final, diz respeito a *considerar as dimensões éticas*

da questão que está sendo considerada. De acordo com o autor, as questões éticas são uma das considerações sociais inerentes a abordagem das QSC. No entanto, há um debate que vem sendo apontados por alguns pesquisadores (WONG, ZEIDLER e KLOSTERMAN, 2011) quanto a se as tensões éticas são um elemento necessário da educação baseada em QSC. Para Sadler (2011), ao explorar as dimensões sociais de um problema abordado na QSC, um foco explícito na ética associada ao problema pode não ser absolutamente necessário.

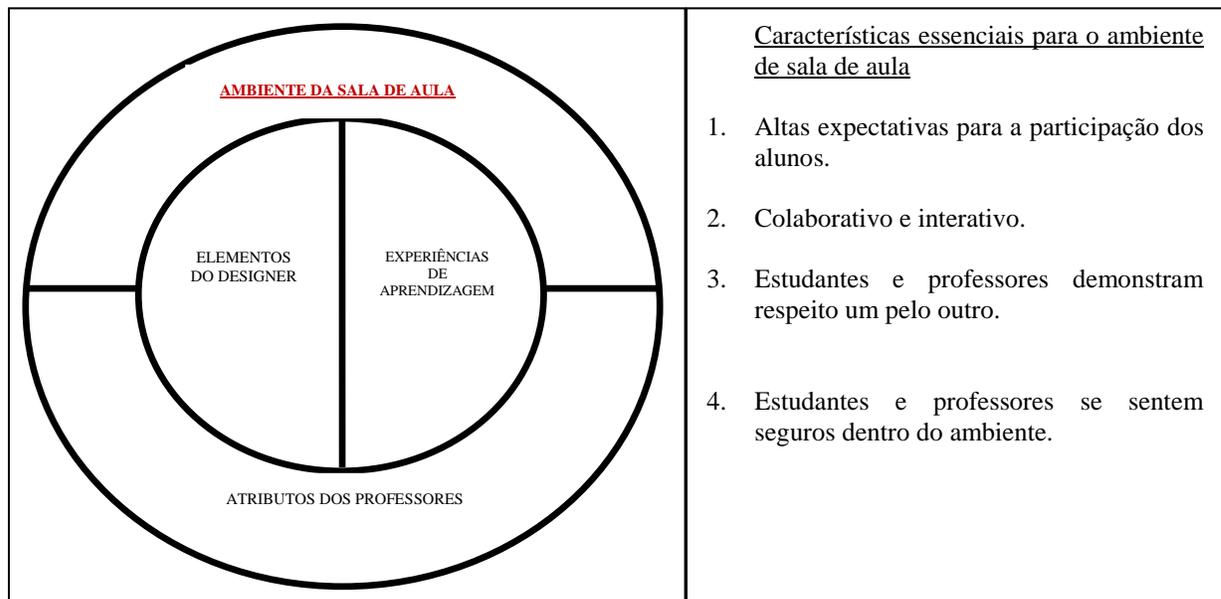
O autor argumenta que alguns pesquisadores provavelmente não concordam com essa colocação da ética como uma categoria recomendada, em vez de categoria essencial. No entanto, alguns trabalhos com QSC na sala de aula fornecem evidências de uma educação baseada em QSC que não destaca, necessariamente, as tensões éticas. Por isso, encorajar os alunos a confrontar a ética de um problema é certamente um elemento recomendado de educação baseada em QSC, mas pode não ser absolutamente necessário. Da mesma forma, a segunda experiência de aprendizagem recomendada, a de oferecer oportunidades para que os alunos *considerem temas da natureza da ciência* no contexto das QSC também é caracterizada pelo autor como recomendada para instrução de ciência com base em uma QSC de qualidade, mas não necessariamente essencial. Tendo em vista, que é possível abordar aspectos científicos, tecnológicos e sociais em uma QSC sem incorporar especificamente temas da natureza da ciência associados com a questão.

O *Ambiente da Sala de Aula* se caracteriza dentro dessa proposta como o terceiro aspecto importante na educação baseada em QSC, pois, torna exequíveis abordagens dessa natureza. Moldam-se ao ambiente da sala de aula o conjunto de ações e atividades que compõem o *designer* e as *experiências de aprendizagem*, tratadas anteriormente. De acordo com Sadler (2011), as características do ambiente da sala de aula são um dos dois aspectos estruturais que são necessários para a implementação bem-sucedida dos dois aspectos principais. Sem um ambiente de sala de aula de apoio e um professor que exerça certos atributos, que serão discutidos em seguida, os elementos do *designer* desejados e as *experiências de aprendizagem* não podem ser implementadas efetivamente. Segundo Sadler (2011, p. 366):

O ambiente de sala de aula que apoia a educação baseada em QSC terá normas estabelecidas e expectativas para a participação dos estudantes. Essas normas e expectativas definem o cenário para um ambiente colaborativo e interativo em que estudantes e professores podem e se engajam no uso de procedimentos e práticas científicas. Para que essas interações sejam produtivas e envolventes, é importante que todos os participantes demonstrem um respeito saudável um pelo outro e a posição que defendem, mesmo que existam desentendimentos legítimos sobre essas posições (SADLER, 2011, p. 366).

Ao caracterizar um conjunto de normas e expectativas que devem compor o ambiente de sala de aula com objetivo de viabilizar práticas concernentes com uma educação com base em QSC, o autor busca distanciar-se de algumas práticas do ensino tradicional que insistem em permanecer no ambiente da sala de aula e são evidenciadas na relação entre professor-estudante ainda que ações didático-pedagógicas inovadoras estejam em curso. Muitas vezes, alguns entraves na implementação de abordagens com foco em QSC ocorrem não necessariamente por dificuldades na etapa de planejamento e sim no desenvolvimento em sala de aula, quando o ambiente escolar não favorece que o conjunto de ações que sustentam os elementos do designer ou as experiências de aprendizagem se desponte. Na figura 7, são apresentadas as características essenciais para o ambiente de sala de aula que apoia a educação baseada em QSC:

Figura 7: Características essenciais do ambiente de sala de aula para apoiar a educação baseada em QSC

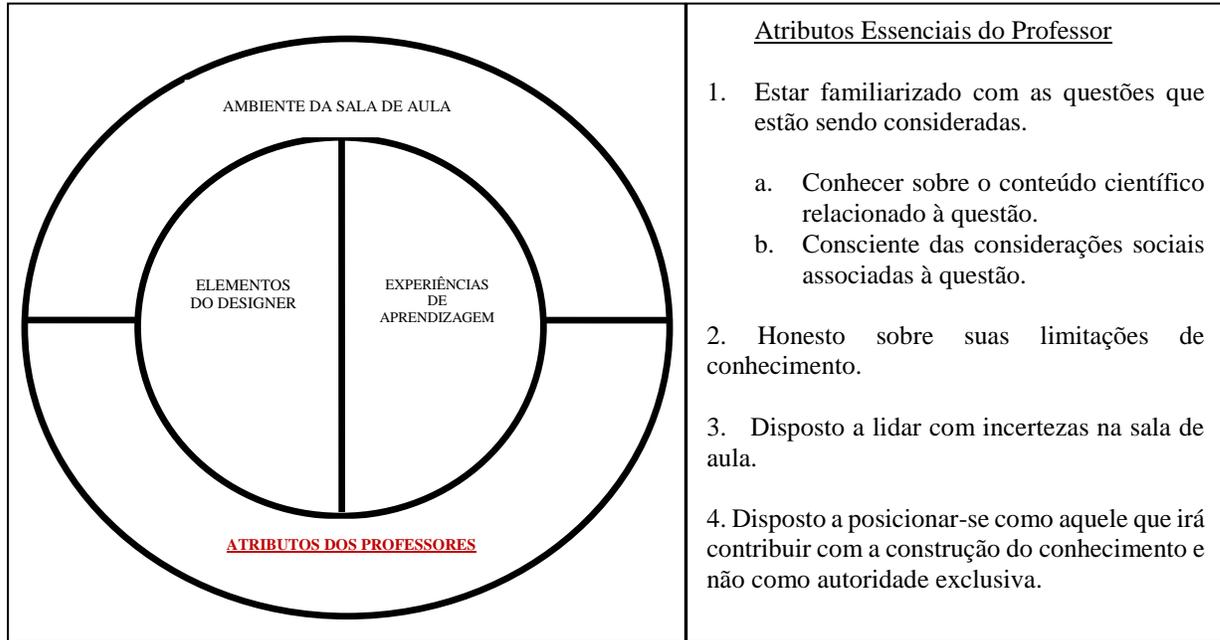


Fonte: (SADLER, 2011, p. 366, Tradução nossa).

De acordo com Sadler (2011), altos níveis de respeito mútuo tendem a criar ambiente em que estudantes e professores podem se sentir seguros ao expressar seus pontos de vista e perspectivas para disputas acaloradas. Estudantes e professores precisam de um ambiente no qual eles possam compartilhar seus pontos de vista e não temer o ridículo ou a alienação pela expressão de perspectivas impopulares. Essas características essenciais uma vez combinadas viabilizam a implementação de QSC na sala de aula e colaboram para o sucesso efetivo dessa abordagem.

O aspecto final do quadro emergente elaborado por Sadler (2011) relaciona-se com as características ou *Atributos dos professores* que são capazes de facilitar o sucesso da educação baseada em QSC no âmbito escolar. Esses atributos essenciais dos professores são apresentados na figura 8, a seguir:

Figura 8: Atributos essenciais do professor para apoiar a educação baseada em QSC



Fonte: (SADLER, 2011, p. 367, tradução nossa).

Conforme figura 11, os atributos essenciais do professor são: estar familiarizado com as questões que estão sendo consideradas em seus aspectos científicos e sociais; ser honesto sobre suas limitações de conhecimento; estar disposto a lidar com incertezas na sala de aula e, por fim, estar disposto a posicionar-se como contribuinte do conhecimento e não como autoridade exclusiva.

De acordo com Sadler (2011), em primeiro lugar, os professores precisam *estar familiarizados com as questões que estão sendo consideradas*. É de extrema importância que a QSC envolva aspectos científicos e sociais integrados e que o professor que trabalha nessa perspectiva compreenda sua base científica quanto aos aspectos sociais, políticos, éticos que se relacionam à questão. Portanto, conhecer sobre o conteúdo científico relacionado à questão e estar consciente das considerações sociais associadas à questão são características necessárias para o sucesso da implementação em sala de aula da abordagem de QSC. O autor recomenda que quando

o professor não estiver totalmente habilitado nesses conhecimentos de forma integrada, pode recorrer a colaborações com outros educadores que possuem conhecimentos nessas outras áreas que ele não expressar total domínio, e essa colaboração poderá contribuir para que a experiência de aprendizagem com as QSC se apresente de forma produtiva e bem-sucedida.

Ainda com relação a esses elementos essenciais, o autor argumenta que, embora seja essencial que um professor esteja familiarizado com um problema que se destaca na educação baseada em QSC, sendo bem informado quanto à ciência relacionada e, pelo menos, consciente das preocupações sociais associadas à questão, nenhum professor (ou qualquer outra pessoa para esse assunto) possivelmente pode saber tudo. Portanto, é importante que os professores *reconheçam suas próprias limitações de conhecimento*, sejam honestos consigo mesmo quanto a elas.

Nessa perspectiva, os estudantes precisam entender que nem eles nem seus professores podem possivelmente ter todas as informações ou respostas para QSC, mas que uma parte importante do processo de negociação perpassa pela busca de novas informações e entendimentos. O fato das QSC se caracterizarem como problemas abertos que podem ser abordados de várias maneiras leva a inevitáveis incertezas.

Para serem bem-sucedidos na abordagem de QSC, os professores devem estar *dispostos a lidar com algumas incertezas nas salas de aula*. Ao contrário de algumas formas tradicionais de educação científica, nas quais os professores conhecem as respostas às questões que colocam, na abordagem com QSC apresentam-se perguntas para as quais os professores não têm respostas e situações de sala de aula que podem não ser capazes de prever.

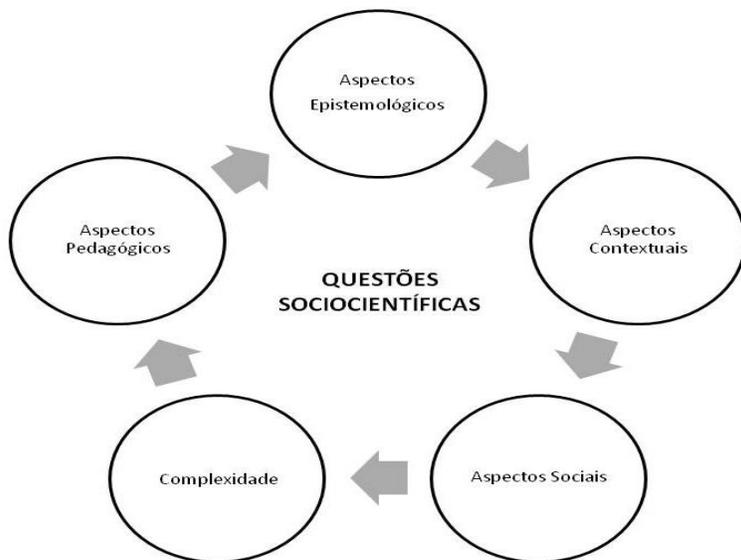
Dadas essas incertezas, Sadler (2011) argumenta que há momentos dentro das experiências educacionais baseadas em QSC que os professores se encontram em papéis não autoritários. Nessa perspectiva, o papel do professor em sala de aula também se reconfigura, às vezes o professor tem que se posicionar como questionador, contribuindo assim para a construção dos conhecimentos de forma dialógica e coletiva. O que implica na última característica apontada pelo autor, o professor deve estar *a posicionar-se como aquele que irá contribuir com a construção do conhecimento e não como autoridade exclusiva*. O autor pontua que para alguns professores de ciências que adotam abordagens baseadas na interação entre professor-aluno, no questionamento em sua sala de aula, esta é uma transição relativamente fácil de fazer. Para outros, que veem sua posição como disseminador de conhecimento, essa transição pode ser mais desafiadora.

É inegável que a proposta de Sadler (2011) contribuiu muito para a ampliação das bases teóricas, epistemológicas e metodológicas do programa de pesquisa com Questões Sociocientíficas. No Brasil, esse é um modelo ainda pouco conhecido. Defendemos que o estudo desses e de outros aspectos que compõem o trabalho com QSC em sala de aula devem ser considerados, no entanto é coerente pensarmos nessa proposta como base norteadora que amplia à discussão quanto às QSC e sua implementação na sala de aula, porém, não a considerar como uma sequência de passos rígidos exigidos e aplicados de forma irrefletida.

Em primeiro lugar, por ser uma proposta gerada a partir de contextos de ensino e pesquisa muito diferentes, e possuir naturalmente um grau de flexibilidade (SADLER, 2011). E por acreditarmos que a contextualização da educação científica por meio de QSC é um desafio bastante complexo para ser reduzido a uma lista de passos simples.

A proposta do autor assume uma importância por nortear a prática do professor ao trabalhar com a abordagem, no entanto, para ser útil em vários contextos, essa estrutura deve assumir o caráter de uma estrutura geral e flexível nas quais sejam incorporadas as distintas variações em que se considerem: a natureza das questões abordadas, a aprendizagem, as situações em sala de aula, enfim, esse conjunto de elementos que foram discutidos e podem ser resumidos de acordo com o esquema da figura 9:

Figura 9: Esquema representativo dos Aspectos Envolvidos nas Questões sociocientíficas



Fonte: Elaboração Própria.

Colocando a discussão em termos dos aspectos epistemológicos, contextuais, sociais, pedagógicos e da complexidade das questões sociocientíficas nos cabe o questionamento quanto à como dar conta do ensino e aprendizagem quando questões dessa natureza são exploradas na sala de aula? Como construir um cenário de diálogo em que esses e outros aspectos sejam considerados?

O ponto de partida para tornar possível o trabalho com QSC em sala de aula é numa primeira instância superar a análise de cada um desses elementos em separado e considerar as relações que compõem cada um desses elementos ou as hierarquias que se estabelecem entre eles na dinâmica da sala de aula, na escola e na sociedade. Assim como a realidade se revela como um sistema complexo, as QSC se inserem nessa complexidade e por que não dizer o mesmo da sala de aula. Quando abordamos QSC trazemos para a sala de aula um contexto de fora da escola, uma realidade que deveria fazer parte da escola, mas que está fora dela. De acordo com Rodrigues e Mattos (2007, p. 24):

[...] trazer um contexto de fora da escola (exofórico), é trazer não só os problemas, soluções e conhecimentos deste contexto, mas é trazer também todas as motivações, valores e fins da atividade que desenvolvem nele, ou seja, trazer um contexto é trazer usa dimensões epistemológicas, ontológicas e axiológicas (RODRIGUES E MATTOS, 2007, p. 24).

Ao explorar numa QSC, os problemas, as soluções e os conhecimentos que se inserem num determinado contexto e se manifesta em sala de aula, temos a oportunidade de revelar e discutir aspectos do discurso que estão ligados às representações que os sujeitos têm e que emergem na heterogeneidade do pensamento e da fala desses sujeitos sobre aquela realidade. Dentro da perspectiva teórica que estamos trabalhando, consideramos que as relações entre os elementos que compõem as QSC ganham tanta importância quanto os próprios elementos e tornam possível a abordagem das QSC na multiculturalidade da sala de aula.

A Teoria dos Perfis conceituais (MORTIMER, 1995, 2002) considera como ponto de partida e chegada essa multiculturalidade e o fato dessa mesma sala de aula ser um lugar social complexo de interações entre os indivíduos, circunscritos em contextos diversos e que trazem em si discursos sociais, também heterogêneos e complexos. Essa heterogeneidade é inevitável e estará presente nos modos de pensar sobre os conceitos ensinados e aprendidos em sala de aula e se manifestará nos modos de falar tanto de professores quanto dos estudantes.

Nessa perspectiva as QSC nos fornecerão subsídios para explorar através dos temas, conceitos específicos e trazer recortes no contexto histórico, social e cultural em que tais questões

são tomadas. Permitindo-nos, por meio dos aspectos pedagógicos relações orgânicas entre elementos epistemológicos, contextuais, sociais e complexos explorados nas QSC e as dimensões do perfil conceitual (epistemológicas, ontológicas e axiológicas) que acabam por revelar critérios elegidos pelos sujeitos ao explicar determinadas situações ou fenômenos. O perfil conceitual vem sendo apresentado na literatura como um modelo explicativo para o processo de ensino e aprendizagem de ciências, no capítulo a seguir discutiremos de forma mais específica a teoria do perfil conceitual buscando tecer relações com a abordagem das QSC em sala de aula.

4. A TEORIA DO PERFIL CONCEITUAL

Um dos objetivos da educação científica é promover a compreensão dos conceitos científicos, no entanto, isso não pode ser realizado através de um modelo de transmissão e recepção passiva de conhecimentos. A pesquisa em Ensino de Ciências há muito, vem direcionando esforços na tentativa de identificar que perspectiva epistemológica melhor contribui para o ensino e a aprendizagem dos conceitos científicos.

Na didática das ciências, diversas perspectivas e abordagens foram se constituindo e assumindo posições hegemônicas na sala de aula, desde modelos mais positivistas, como por exemplo, o modelo Tradicional de Ensino baseado na transmissão e recepção de conhecimentos; passando por modelos e tendências mais construtivistas, como por exemplo: o ensino por descoberta, movimento das concepções alternativas e o ensino por mudança conceitual.

No contexto dessa discussão, em meados dos anos 1990, a noção do perfil conceitual surge como alternativa para a construção de estratégias de ensino e de análise da evolução conceitual dos estudantes. Neste capítulo, discutiremos as bases teóricas e metodológicas que fundamentam a teoria do perfil conceitual, apontando para a ampliação desse programa de pesquisa, em termos da complexificação do perfil conceitual. Além disso, discutiremos possíveis relações entre a teoria do perfil conceitual em sua versão complexificada e a abordagem das questões sociocientíficas.

4.1. Os fundamentos teóricos da teoria do perfil conceitual

As décadas de 1970 e 1980 foram marcadas pelo Movimento das Concepções Alternativas na pesquisa e no ensino de ciências (MORTIMER, 2001). Concepções alternativas, espontâneas, ou ainda as ideias informais dos estudantes todas essas terminologias para se referir “a concepções” tratavam essas ideias como conflitivas às ideias científicas e que tinham origem nas interações entre o estudante e o mundo físico.

De acordo com Mortimer (2001) as pesquisas sobre concepções alternativas favoreceram no ensino de ciências a emergência de alguns “consensos”, entre eles uma visão construtivista de aprendizagem que deu origem a diferentes propostas de ensino que levavam em consideração as concepções dos estudantes. Essa visão construtivista segundo Matthews (1992) parecia dominar a área de educação em ciências. Correspondente a essa visão, surgiu na década de 1980, um modelo

de ensino para lidar com as concepções dos estudantes e transformá-las em conceitos científicos: o modelo de mudança conceitual e, mudança conceitual se tornou sinônimo de aprender ciências.

O modelo da mudança conceitual foi proposto em sua versão inicial por Posner et al. (1982) com bases epistemológicas nas ideias de Kuhn (1962), com sua descrição em relação a história das ciências como uma alternância de períodos de ciência normal e revolução científica. Essa alternância garantiria o progresso da ciência pela superação de paradigmas, que diante de anomalias, se tornariam insuficientes na explicação de dados fenômenos (NASCIMENTO e SIMÕES NETO, 2017). Nas palavras de Kuhn (2007), a transição para um novo paradigma é a revolução científica. Assim como uma anomalia causa uma revolução científica, na teoria de Kuhn o confronto entre as ideias prévias e as ideias científicas promoveria a mudança conceitual (KUHN, 2006; SIMÕES NETO e AMARAL, 2017).

Nesse sentido, no modelo de mudança conceitual, o processo de aquisição do conhecimento ocorre, quando nos deparamos com alguma anomalia a nossa estrutura de pensamento – geralmente causada pelo confronto entre as ideias prévias e as científicas apresentadas em um ambiente escolar (POSNER et al., 1982; MORTIMER 1996, 2000).

O modelo de Posner et al. (1982) também foi influenciado pelas ideias de Piaget (1977) quanto à compreensão dos processos de assimilação e acomodação no que Posner e colaboradores denominaram como ecologia conceitual que propicia o contexto na qual a mudança conceitual pode ter lugar. De acordo com El-Hani e Vincenzo Bizzo (2002), dois modos de evolução conceitual são distinguidos pelo autor: a *assimilação*, por eles comparada à ciência normal kuhniana, na qual os estudantes fazem uso de conceitos preexistentes para lidar com novos fenômenos; e, a *acomodação*, que seria análoga às revoluções científicas. Quanto às condições para que ocorra de fato mudança conceitual, Posner e colaboradores (1982) sugerem algumas condições necessárias: a insatisfação do estudante com suas concepções anteriores; e a nova concepção deve possuir inteligibilidade, plausibilidade, e fertilidade (MORTIMER, 1991; EL-HANI e VICENZO, 2002).

O objetivo central das estratégias para mudança conceitual era o de promover no estudante, mediante a manipulação pelo professor de situações conflitivas, uma insatisfação com suas concepções prévias e, eventualmente, uma substituição destas por ideias científicas (EL-HANI e VICENZO, 2002). Como podemos perceber, o aspecto central da mudança conceitual reside na modificação simultânea do status das concepções alternativa para a científica.

Mortimer (1996) afirma que antes que pudesse evoluir para um paradigma, o construtivismo começou a dar sinais de esgotamento: um esgotamento relativo às pesquisas sobre as concepções alternativas e críticas quanto a seus aspectos filosóficos, psicológicos e pedagógicos. Entre as principais críticas de cunho filosófico e psicológico destacamos a base filosófica Kuhniana (1962) e a psicológica Piagetiana (1977) que parecem implícita ou explicitamente dar suporte à expectativa de que as ideias dos estudantes deveriam ser abandonadas e/ou subsumidas no processo de ensino. Do ponto de vista pedagógico, alguns autores apontam para a dificuldade dos estudantes em abandonar suas noções do dia a dia. E, o quão resistente são as concepções alternativas dos estudantes.

Diante dessas e de outras críticas da literatura, os resultados de diversas pesquisas (GALILI E BAR, 1992; SCOTT, 1987; MORTIMER, 1993, 1994 e 1995) reforçavam a ideia de que não é adequado descrever o processo de ensino como uma substituição das ideias prévias dos estudantes por ideias científicas, e novas premissas passaram a ser consideradas, entre elas:

A possibilidade de que uma pessoa possa usar diferentes formas de pensar em diferentes domínios; e a possibilidade de que a construção de uma nova ideia possa, em algumas situações, ocorrer independentemente das ideias prévias e não necessariamente como uma acomodação de estruturas conceituais já existentes (MORTIMER, 1996, p.28).

As concepções relacionadas aos conceitos centrais e estruturantes para o ensino das ciências foram de certa forma exaustivamente pesquisadas nos 20 anos que vão do fim dos 70 ao começo dos 90 (PFUNDT e DUIT, 1992 apud MORTIMER, 2001). Ao longo desse período, numerosas abordagens de ensino apoiadas na mudança conceitual foram propostas. No entanto, estas propostas se depararam, com um número significativo de fracassos, concernentes à dificuldade de suscitar numa parte significativa dos estudantes a compreensão dos conceitos científicos, bem como ao retorno de outra parte às suas concepções prévias, alguns meses após os episódios de ensino (GAULD 1986; WHITE e GUNSTONE 1989; COBERN 1996). Nas contundentes palavras de Duit (1999, *apud* POZO e GÓMEZ CRESPO, 2009, p. 125):

É preciso afirmar que não há nem um único estudo na literatura de pesquisa sobre as concepções alternativas dos estudantes no qual uma concepção concreta das que estão profundamente enraizadas nos alunos tenha sido totalmente extinta e substituída por uma nova ideia. A maioria das pesquisas mostra que há apenas um sucesso limitado em relação à aceitação das ideias novas e que velhas ideias continuam basicamente “vivas” em contextos particulares. (DUIT, 1999, *apud* POZO e GÓMEZ CRESPO, 2009, p. 125).

Segundo El-Hani e Vicenzo Bizzo (2002), os estudantes não abandonam suas concepções alternativas através da simples exposição das concepções científicas com as quais elas se encontram em conflito. Para os autores, na maioria dos casos, as declarações do professor não são incorporadas na memória de longo prazo desses estudantes ou são assimiladas como proposições destituídas de significado profundo, uma mera fachada de conhecimento que coexiste por algum tempo — em especial, enquanto persiste a pressão da avaliação — com a crença alternativa mais profundamente arraigada.

Mortimer (2001) chama a atenção para o fato de que essas concepções compõem o universo cultural em que vivem os estudantes o que explica as dificuldades descritas na literatura em mudá-las ou suprimi-las. Nas palavras do autor:

[...] nos parece inútil o esforço em mudar concepções que têm raízes profundas nas nossas formas cotidianas de falar sobre o mundo e que são compartilhadas pelos indivíduos de uma mesma cultura. Suprimir essas concepções alternativas significaria suprimir uma forma de se expressar sobre o mundo que permite a comunicação entre os diferentes grupos dentro de uma mesma cultura. (MORTIMER, 2001, p. 8).

Outra importante consideração que deve ser feita em relação ao modelo de mudança conceitual, são as dimensões não cognitivas da aprendizagem, como afeto e emoção, que em muitos casos justificam a força das concepções alternativas e a sua resistência à mudança. Mortimer (2001) argumenta que a pesquisa em concepções alternativas e os modelos de ensino construtivistas que emergiram dessa perspectiva de mudança conceitual enfatizaram os aspectos cognitivos da aprendizagem e acabaram negligenciando os aspectos afetivos, emocionais e relacionados ao estabelecimento de novos contratos de trabalho entre professor e alunos na instauração de práticas pedagógicas inovadoras.

Na perspectiva de repensar e problematizar as estratégias de mudança conceitual, Mortimer (1991, p.243) elenca um conjunto de questões que deram origem a um modelo alternativo para pensar os processos de ensino e aprendizagem e a ecologia conceitual dos estudantes:

Será que o estudante deve substituir suas ideias anteriores por ideias científicas mais avançadas, ou apenas deve aprender a lidar com diferentes contextos? O estudante que aprendeu os conceitos de calor e temperatura deixará de afirmar, numa situação cotidiana, que “um casaco de lã evita a troca de calor de seu corpo com o ambiente”? Mesmo um cientista dedicado ao estudo da termodinâmica não continua a empregar essa noção intuitiva de calor no seu cotidiano? Se isso é verdade o processo de mudança conceitual não seria precedido por uma contextualização conceitual? Não seria eficaz imaginar estratégias de ensino que levassem o aluno a tomar consciência de suas concepções alternativas e do domínio de suas aplicações, para depois ensinar as teorias científicas dentro dessa mesma característica? (MORTIMER, 1991, p. 243).

No contexto dessa e de outras questões e diante de tantas críticas várias propostas emergiram desde a década de 1990 buscando uma nova leitura e/ou a proposição de novos modelos que se contraponem à mudança conceitual. Algumas dessas propostas buscavam admitir a hipótese de que as pessoas podem dispor de diferentes ideias alternativas que seriam ativadas em diferentes contextos (AMARAL e SIMÕES NETO, 2017).

Em meados dos anos 1990, Mortimer (1994, 1995, 1996) propôs a noção do perfil conceitual como alternativa para a construção de estratégias de ensino e de análise da evolução conceitual. É interessante perceber, que o perfil conceitual rompe completamente com o modelo de mudança conceitual, recusando uma das ideias centrais deste modelo, a de que estudantes deveriam ser levados a romper com suas concepções alternativas ao aprender ciências. Esta é uma recusa que aproxima a abordagem dos perfis conceituais de pressupostos coerentes com o construtivismo conceitual de William Cobern (1996), que também propõem a coexistência de diferentes modos de pensar e falar como resultado da aprendizagem de ciências (EL-HANI e BIZZO, 2002).

A proposta inicial da noção do perfil conceitual era de modelar a heterogeneidade dos modos de pensar e das formas de falar em aulas de ciências (MORTIMER et al, 2014). Naquele momento, a inspiração para a noção do perfil conceitual veio do Perfil Epistemológico de Bachelard (1940), da ideia de organizar as concepções em zonas com características epistemológicas diferentes que fundamentam formas distintas de compreender a realidade.

É interessante perceber, nessa proposta inicial, outras semelhanças com o perfil epistemológico de Bachelard (1940) apontadas no trabalho de Vairo e Filho (2013), como por exemplo, a hierarquia entre as zonas, em que cada uma apresenta poder explanatório maior que a anterior. No entanto, dois novos elementos são adicionados ao modelo: o primeiro seria a distinção entre os compromissos epistemológicos e ontológicos de cada zona do conceito, uma vez que as dificuldades de alterar as características ontológicas são intimamente relacionadas aos problemas de aprendizagem em Ciências. O outro elemento é que as zonas não científicas não são abarcadas pelas escolas filosóficas e são fortemente influenciadas pelo contexto sociocultural. O que implica na adoção da perspectiva sócio-interacionista ou sociocultural como um dos aspectos basilares da proposta dos perfis conceituais.

Nessa perspectiva, os perfis conceituais devem ser compreendidos como modelos de diferentes modos de ver e conceitualizar o mundo usado pelos indivíduos para significar sua experiência (MORTIMER et al, 2014). Os Perfis Conceituais são modelos da heterogeneidade de

pensamentos e linguagem na sala de aula, integrados a estrutura teórica que aborda a aprendizagem da linguagem social da ciência escolar numa perspectiva sociocultural (MORTIMER e EL-HANI, 2013).

O perfil conceitual se origina como uma “noção” que, inicialmente, se aproxima de pressupostos do perfil epistemológico de Bachelard (1940), mas que aos poucos vai ampliando-se tomando forma enquanto programa de pesquisa, integrando-se a uma estrutura teórica e metodológica própria e progressivamente se afastando das bases filosóficas de Bachelard. É importante ressaltar que essa nova estrutura teórica e metodológica trata a aprendizagem de Ciências como aprendizagem da linguagem social da ciência escolar, o que implica num avanço do programa de pesquisa sobre perfis conceituais enquanto Teoria.

Mortimer et al. (2014), apontam que as seguintes teorias foram integradas numa síntese coerente com vários pressupostos compartilhados: abordagem sociocultural – na qual perfis conceituais podem ser compreendidos como ferramentas para a analisar os modos de pensar; a teoria da linguagem do círculo de Bakhtin (1929), como base para a análise das formas de falar; a teoria de Vigotski (1962) sobre o desenvolvimento das funções mentais superiores, como base para a investigação da aprendizagem; e, o quadro de Mortimer e Scott (2002) para pesquisa da dinâmica discursiva em sala de aula.

A teoria perfil conceitual se fundamenta precisamente na ideia de que as pessoas apresentam diferentes formas de ver e conceituar o mundo e, assim, diferentes modos de pensar que são utilizados em diferentes contextos (MORTIMER et al, 2014). A heterogeneidade do pensamento significa que em qualquer cultura e em qualquer indivíduo, existem diferentes tipos de pensamento verbal, não só uma forma única, homogênea de pensar (TULVISTE, 1991).

A heterogeneidade do pensamento representa os modos de pensar. Cada modo de pensar representa maneiras estáveis de conceituar um determinado tipo de experiência, atribuindo a ela um significado socialmente construído, certo conceito (MORTIMER ETA al, 2014). Na teoria dos perfis conceituais cada modo de pensar é modelado como uma zona em um perfil conceitual, estabilizado por compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos. Discutiremos um pouco mais essa questão da constituição das zonas de um perfil conceitual e os compromissos posteriormente.

O perfil conceitual vem sendo apresentado na literatura como um modelo explicativo para o processo de ensino e aprendizagem de ciências. O primeiro perfil conceitual proposto na literatura

foi para o conceito de átomo (MORTIMER, 1995; 2000), logo após Mortimer (1997) propôs um perfil para o conceito de molécula e assim diversos outros conceitos foram sendo estudados e perfilados não apenas na Química – O perfil Conceitual de Substância (Silva, 2011); Calor (Amaral; Mortimer, 2001, 2004; Araújo e Mortimer, 2013) – como também em outras disciplinas como a Biologia, Física e a Matemática.

Atualmente, o programa de pesquisa em perfis conceituais busca levar os perfis propostos para a sala de aula a partir de estratégias de ensino e atividades desenvolvidas sob a perspectiva de aprendizagem associada à teoria, o que pode ser considerada uma etapa de ampliação nas aplicações dessa teoria (SIMÕES-NETO e AMARAL, 2017). Diversos trabalhos vêm se desenvolvendo nessa perspectiva, de proposição de atividades e estratégias de ensino que viabilizem a abordagem das diversas concepções nas aulas de ciências considerando elementos basilares da teoria do perfil conceitual (SILVA e AMARAL, 2006; SEPÚLVEDA, 2009; SIMÕES NETO et al., 2013; SABINO, 2015; SABINO e AMARAL, 2015).

4.2.O perfil conceitual e a aprendizagem de ciências

Compreender como ocorre a aprendizagem na teoria dos perfis conceituais perpassa pela compreensão de alguns pressupostos teóricos que estão na base das principais ideias e perspectivas que compõem seus construtos teóricos. No âmbito das discussões sobre o perfil conceitual, é necessário tratar: conceitos, conceituação, sentido e significado com base nas ideias da perspectiva sócio-interacionista de Vigotski.

É importante dizer que a perspectiva assumida na teoria dos perfis conceituais acerca dos conceitos se difere completamente de outras abordagens. O conceito em si, não é uma estrutura ou uma entidade mental internalizada, os conceitos são compreendidos como construtos sociais. Aprender ciência se torna sinônimo de aprender uma linguagem social que é dinâmica. O perfil conceitual leva esses aspectos em consideração ao tratar especificamente sobre aspectos da multiculturalidade da sala de aula e da heterogeneidade do pensamento e da fala.

Um dos aspectos envolvidos na construção dessa estrutura teórica foi à discussão de como conceitos devem ser compreendidos na teoria dos perfis conceituais (MORTIMER et al., 2012; MORTIMER 2014). E posteriormente, a diferenciação do que é um conceito do processo de conceituação.

Aproximadamente, podemos encontrar na literatura da educação científica duas abordagens diferentes para compreender o que são conceitos (MORTIMER et al 2010, 2012). Na primeira, considerada como visão dominante, conceitos são vistos como modelos ou esquemas mentais construídos pelos aprendizes que representam objetos ou eventos. (MORTIMER et al, 2012; MORTIMER, 2014). Essa visão dominante implica em primeiro lugar, que conceitos são tomados, como entidades mentais relativamente estáveis que são possuídos por um indivíduo. E, em segundo lugar, que conceitos são ou podem se tornar estruturas ou entidades mentais internalizadas.

Entre outras perspectivas de ensino, compartilham desse pensamento: o modelo de mudança ou evolução conceitual. E aparece o uso de expressões como "modelos mentais", "esquemas", e assim por diante. Ainda que alguns autores não tenham a intenção de propor que os conceitos sejam estruturas mentais internas e estáveis que são lidas em voz alta pelas pessoas quando elas usam os conceitos, concepções dessa natureza acabaram ganhando força com o uso de tais expressões e encontrando razão de o ser no âmbito dessa primeira visão dominante e na forma como nesse contexto os conceitos são definidos.

Nesta perspectiva, em que o conceito é tratado como entidade mental relativamente estável, a mudança ou evolução conceitual é entendida como um processo por meio do qual estes esquemas individuais sofrem algum tipo de transformação. E essa transformação, de alguma forma, pode significar a aprendizagem pelo estudante do ponto de vista da ciência escolar (MORTIMER et al., 2012; MORTIMER et al., 2014).

A segunda abordagem para compreender o que é o conceito, traz uma perspectiva bastante diferente da primeira, na qual conceitos são concebidos como existente apenas como parte de uma linguagem natural ou sistema estruturado de conhecimento, como por exemplo, a ciência (MORTIMER et al., 2014). Nestes termos, os conceitos são entidades linguísticas externas ou estruturas que existem enquanto construções sociais. Eles não se tornam modelos ou esquemas mentais dos estudantes, mas sim, estruturas internalizadas por meio dos processos de conceitualização. De acordo com Mortimer e El-Hani (2013, p. 2):

Em contraposição a uma visão dos conceitos como modelos ou esquemas mentais de um objeto ou evento, como estruturas ou entidades mentais internalizadas sustentamos que o que tem lugar na mente são processos de conceitualização (no sentido do que Vigotski denominava "pensamento conceitual"), baseados em, mas não redutíveis a, processos cerebrais. (MORTIMER e EL-HANI, 2013, p. 2)

Esse processo de conceituação se caracteriza como dinâmico e pode ser identificado como uma das funções mentais superiores de Vigotski, ou seja, o pensamento conceitual. Nessa perspectiva, temos uma importante mudança ontológica quanto a compreensão da natureza do conceito, no movimento de mudança da primeira abordagem para essa última posição: de pensar em conceitos como entidades mentais, mudamos para o pensamento sobre os processos mentais de conceituação (MORTIMER et al., 2014).

Nestes termos, a conceituação é um processo emergente sempre produzido através de uma interação entre um indivíduo e algum evento externo ou experiência (MORTIMER e EL-HANI, 2013, MORTIMER et al., 2014). O processo de conceituação pode ser caracterizado, portanto, como processo de natureza social, sempre orientado socialmente. Por sua natureza social, defendemos a articulação das QSC com perfis conceituais por concebermos essas duas abordagens como profícuas para a aprendizagem e o favorecimento de processos de conceituação.

Para Mortimer e El-Hani (2013), o pensamento conceitual, em seu dinamismo, permite que o sujeito se engaje com conceitos, que são concebidos como construtos sociais e, numa visão externalista, não internalizáveis em si mesmos como estruturas cerebrais ou mentais. O pensamento conceitual tem sempre uma dimensão social e nunca é inteiramente interno ao sujeito. Isso tem consequências importantes para a teoria dos perfis conceituais:

[...] dado que esta busca identificar zonas de um perfil, como modelo da heterogeneidade do pensamento disponível num dado contexto sociocultural, não pela sondagem do pensamento privado (o que seria metodologicamente impossível, ao menos para os fins de construir tal modelo), mas pela investigação dos modos de pensamento socialmente construídos. (MORTIMER e EL-HANI, 2013, p. 3).

Outra consequência importante quando estamos falando sobre a dimensão social do pensamento conceitual, diz respeito ao aspecto de permanência no processo de conceituação que certos conceitos parecem assumir em nossa consciência. Essa impressão que de que “possuímos” conceitos em nossa mente é um indício do quão poderosos são nossos processos de socialização. De acordo com Mortimer et al. (2014, p. 3).

O aspecto da permanência no processo de conceituação que leva a essa impressão pode ser entendido, no sentido Vigotskiano, como uma tendência do pensamento conceitual, quando totalmente desenvolvido, para operar de forma semelhante diante de experiências que percebemos como sendo semelhantes. O socialmente construído, a estabilidade do pensamento conceitual é um pré-requisito para uma comunicação efetiva através da linguagem. O pensamento conceitual, como um processo que emerge de cada interação com a experiência, tende a se repetir em contextos que pareçam similares, e isso é o que

torna possível que usemos repetidamente conceitos de maneira semelhante e, assim, pensar com conceitos e se comunicar uns com os outros de forma bem-sucedida. (MORTIMER et al., 2014, P. 3, tradução nossa).

Uma das bases para a abordagem dos conceitos na teoria dos perfis é, evidentemente, a lei genética geral do desenvolvimento cultural enunciada por Vigotski, segundo a qual as funções mentais primeiro aparecem no plano social, como categorias interpsicológicas, e subsequentemente no plano mental, como categorias intrapsicológicas (VIGOTSKI, 1931/1981, p. 163). Nessa perspectiva, o pensamento individual se desenvolve pela internalização de ferramentas culturais que estão disponíveis pelas interações sociais (MORTIMER e EL-HANI, 2013).

Então, o processo de internalização de um conceito se dá a partir da relação dialética entre atividades externas e internas, considerando que o pensamento conceitual lida, em sua estabilidade, com conceitos socialmente construídos que estão disponíveis ao sujeito em decorrência da aprendizagem (MORTIMER e EL-HANI, 2013). Dessa maneira, a aprendizagem não pode ser reduzida a reprodução externa do objeto do conhecimento em questão. A aprendizagem deve ser entendida na perspectiva do desenvolvimento de funções mentais superiores que são sociais em sua gênese e permanecem sociais durante toda a nossa vida como ser psicológico. A respeito dessa relação sempre dialética os autores pontuam:

Se não perdemos de vista as bases filosóficas do pensamento de Vigotski, podemos interpretar a construção do plano interno de funcionamento durante a aprendizagem como um processo dialético de internalização/externalização que, sendo socialmente impelido, está dirigido para o interior do sistema cognitivo numa relação desenvolvimental. Ou, dito de outra maneira, a dinâmica do processo dialético de internalização/externalização é centrípeta. Contudo, se consideramos agora contextos de aplicação do conhecimento aprendido, do pensamento conceitual uma vez desenvolvido, podemos interpretar o funcionamento do plano interno, intrapsicológico, como um processo dialético de externalização/internalização que está dirigido para o exterior do sistema cognitivo, numa relação de interpretação conceitual, de uso dos conceitos. Neste caso, a dinâmica do processo dialético é centrífuga. (MORTIMER e EL-HANI, 2013, p. 5).

Em síntese, a construção do plano interno deve ser sempre concebida nessa relação dialética entre internalização/externalização e externalização/internalização. Essa relação se desenvolve em diferentes direções no desenvolvimento ou na construção do plano intrapsicológico de funcionamento, quando estamos aprendendo a pensar conceitualmente, e no uso deste mesmo plano, quando estamos interpretando a experiência com os conceitos aprendidos. É na interação e na comunicação social com o outro no ambiente social que se torna possível o desenvolvimento humano e se estabelecem essa relação dialética entre os processos de internalização.

A partir deste processo de internalização, segue-se que todos compartilhamos conceitos e categorias que podem ser usados para significar o mundo de nossas experiências, mas, como também são constituídos através da nossa experiência, o peso que cada um deles tem em nossa cognição depende fundamentalmente da medida em que eles foram utilizados de forma proveitosa. E quando consideramos nosso próprio desenvolvimento, nunca devemos esquecer o quão multifacetadas são nossas experiências.

A principal diferença entre “conceitos” e o processo de conceituação, isto é, o “pensamento conceitual” reside na estabilidade de ambos. Mortimer e El-Hani (2013) defendem que os conceitos são estabilizados no discurso social, por processos sociais que levam à sua construção, mudança ou mesmo superação. Enquanto que o pensamento conceitual mostra estabilidade como um processo recorrente. Nas palavras dos autores: “quando nossos cérebros corporificados (*embodied*) se engajam em relações com experiências situadas que categorizamos como o mesmo tipo de experiência a luz de nossa aprendizagem passada.” Em experiências, ou contexto semelhantes o mesmo tipo de pensamento conceitual tende a emergir repetidamente.

Outra ideia de Vigotski que ajuda a entender o que é permanente na conceituação, trata-se da distinção entre sentido e significado (MORTIMER et al., 2014). Para Vigotski (1987, p. 275-276):

O sentido de uma palavra é o agregado de todos os fatos psicológicos que surgem em nossa consciência em consequência da palavra. O sentido é uma formação dinâmica, fluida e complexa que tem várias zonas que variam em sua estabilidade (...). Em diferentes contextos, o sentido de uma palavra muda” (VIGOTSKI, 1987, pp. 275-276).

Vigotski considerava o sentido de uma palavra como o agregado de todos os fatos psicológicos que resultam em nossa consciência de entender a palavra. O sentido era tratado por ele, assim, como uma formação dinâmica, fluida e complexa, com zonas que variam em sua estabilidade (MORTIMER et al., 2014). O sentido é bastante particular, pessoal, e dependente do contexto. Cada pessoa tem pode atribuir um sentido diferente para uma mesma palavra, e, ainda, a mesma pessoa pode construir sentidos diferentes em diferentes circunstâncias.

O significado, por sua vez, é um construto social relativamente mais estável, tornando possível a intersubjetividade, na medida em que duas ou mais pessoas podem compartilhar o significado de uma palavra, ainda que variem nos sentidos que atribuem a ela (MORTIMER et al., 2014; MORTIMER et al, 2011). Enquanto o sentido é, para Vigotski, dependente do contexto, o significado é muito mais estável e repetitivo. O significado torna possível a intersubjetividade, ou seja, uma situação em que duas ou mais pessoas podem compartilhar o significado de uma palavra,

embora variem nos sentidos que atribuem a ela de acordo com o contexto. A palavra se torna, desse modo, portadora do conceito (VIGOTSKI, 2000, p. 154).

A partir desta perspectiva, o significado de a palavra nunca pode ser algo puramente interno a uma pessoa; ao contrário, é um construto social no sentido de ser socialmente desenvolvido (MORTIMER et al., 2014).

Para Vigotski todos os conceitos são generalizações. Isso explica por que uma criança pequena pode significar de maneira diferente o mundo, ou uma mesma palavra, em relação ao um adulto. Wertsch e Stone (1985) tecem um conjunto de considerações a esse respeito. Esses autores argumentam que a palavra não tem, para a criança, um significado generalizado, mas apenas um espectro de sentidos. Nesse sentido, a criança lida apenas com sentidos limitados da palavra, sem ainda generalizá-la, como um signo socialmente compartilhado. Essa generalização vai ocorrendo aos poucos, num processo de enculturação, à medida que a criança se defronta com muitas situações sociais, nas quais emerge o uso da mesma palavra, e essa palavra, adquire gradualmente um significado mais estável, generalizável.

Nessa perspectiva, aprender um conceito é aprender seu significado, generalizar, passar de sentidos pessoais para significados socialmente aceitos (MORTIMER et al., 2011). Quando o pensamento conceitual está plenamente formado, a produção de sentidos passa a ser regida pelos significados socialmente aceitos. Portanto, o significado de uma palavra nunca é puramente interno ao sujeito, mas sim, um construto social que confere permanência ao nosso pensamento conceitual em sua complexidade. Isso não quer dizer que o significado passa a ser imutável, mas que a mudança também adquiriu essa conotação de processo social, nutrido pelos sentidos pela produção de sentidos dos sujeitos. Podemos dizer que há uma relação dialética entre sentidos e significados bastante interessante. Nas palavras de Mortimer et al. (2011):

Há uma interessante relação dialética entre sentido e significado. Se conseguimos aprender o significado das palavras ao longo de nosso desenvolvimento, isso se deu a partir da rica produção de sentidos que empreendemos quando crianças, sendo gradualmente restringidos pelos ambientes educacionais (formais e não formais) até que as palavras adquiriram para nós um significado generalizável, relativamente estável. Se os significados mudam ao longo da dinâmica social, esta transformação só é possível a partir da matéria prima da produção de sentidos pelos indivíduos. (MORTIMER et al., 2011, p. 114).

Ao longo da aprendizagem de ciências, podemos dizer que ocorre um processo semelhante ao que ocorre com a criança à medida que vai se apropriando de significados. Quando um estudante

começa a se apropriar dos significados de conceitos científicos, de igual modo, ele está diante de um espectro de sentidos que podem ser atribuídos a esse conceito, e ainda não sabe trabalhar com esse conceito enquanto significa generalizável. Quase como uma criança que se depara pela primeira vez com sua língua materna. Mortimer et al. (2014) argumenta que começamos a usar termos científicos sem realmente dominar seu significado e sem trabalhar com um sentido generalizado, mas apenas lidamos com um fluido de sentidos, que variam de uma situação à outra. Nessa perspectiva, apropriar-se do significado da linguagem científica é reconhecer seu significado e adquirir controle sobre ele como um mediador semiótico da compreensão de explicações, teorias e modelos científicos.

O conceito e o significado de uma palavra são tomados por Vigotski como sinônimos. Para o autor, o significado emerge na relação entre pensamento e palavra:

A relação do pensamento e da palavra não é uma coisa, mas um processo, um movimento do pensamento à palavra e da palavra ao pensamento. A análise psicológica indica que esta relação é um processo de desenvolvimento que muda através de uma série de etapas. Claro que isso não está relacionado com a idade, mas com o desenvolvimento funcional. O movimento do pensamento à palavra é um processo de desenvolvimento. O pensamento não é expresso, mas completado na palavra. (VIGOTSKI 1934 /1987, p. 250)

O pensamento conceitual (ou conceituação), por ser um processo dinâmico só pode adquirir estabilidade, como um processo, através de restrições que agem sobre ele. Estas restrições estão ligadas aos significados socialmente estabelecidas para os conceitos. De acordo com este ponto de vista, é devido à influência restritiva de significados socialmente estabilizados sobre o processo de produção de sentido que nos tornamos capazes de pensar conceitualmente em tal forma repetível que acabamos por conceber conceitos como entidades internas estáveis, como se pudessem ser simplesmente encontradas em nossos cérebros. (MORTIMER et al., 2014).

A ideia básica da noção de perfil conceitual, de que as pessoas podem apresentar diferentes maneiras de ver e representar o mundo, que são usadas em contextos diferenciados, é compartilhada por diferentes autores (MORTIMER, 1996). Schutz (1932), por exemplo, fala de um mundo social que “não é de modo algum homogêneo, mas exibe uma estrutura multiforme. Cada uma de suas esferas ou regiões é, ao mesmo tempo, uma maneira de perceber e uma maneira de entender as experiências subjetivas dos outros”. Berger e Luckmann (1967) complementam que existem diferentes formas de conhecimento correspondentes a diferentes realidades, a diferentes contextos sociais.

Essa ideia básica se articula com as considerações brevemente construídas quanto a conceitos, conceituação, sentidos e significados. Principalmente quando refletimos sobre a relação sempre dialética entre externalização/internalização no processo de conceituação. Assim, como quando refletimos sobre a relação entre pensamento e linguagem ao diferenciarmos sentidos e significados. De acordo com essas premissas, podemos considerar que dá heterogeneidade da experiência, segue a heterogeneidade do pensamento conceitual.

Resumidamente, a aprendizagem na teoria do perfil conceitual envolve dois processos interligados (MORTIMER, SCOTT e EL-HANI, 2009; MORTIMER et al, 2014; EL-HANI e MORTIMER, 2007):

(1) o enriquecendo do perfil conceitual de um indivíduo: caracterizado como ampliação do perfil conceitual dos estudantes, em que novos modos de pensar são agregados àqueles que já existem e que foram adquiridos pela experiência cotidiana (dimensão cognitiva do processo).

(2) tornar-se consciente da multiplicidade de modos de pensar que constituem o perfil, bem como dos contextos em que eles podem ser aplicados de acordo com seu valor pragmático (dimensão metacognitiva do processo).

Para Mortimer et al (2014), o primeiro processo normalmente envolve aprender os modos científicos de pensar científicos, que geralmente os estudantes só tem acesso através da aprendizagem escolar. No segundo processo, é necessário dar aos estudantes uma visão clara sobre como os modos de pensar podem ser demarcados entre si e, além disso, sobre como os modos de pensar são pragmaticamente valiosos em determinados contextos. A interdependência entre o perfil conceitual e o contexto de uso de determinados modos de pensar é de extrema importância nesse processo metacognitivo.

Considerando essa interdependência entre contexto e o perfil conceitual, se fazem necessárias algumas sínteses importantes (MORTIMER et al, 2014; MORTIMER e EL-HANI, 2009):

(1) os modos científicos de pensar e falar sobre determinado conceito não são pragmaticamente poderosos em todos os contextos da experiência cotidiana, mas apenas em parte deles - assim, a educação científica não pode ter como meta a substituição da linguagem cotidiana pela linguagem científica;

(2) o uso da linguagem não é inconsequente, uma vez que Vigotski já apontava para a relação entre pensamento e linguagem, isto é, modos de pensar e formas de falar realimentam-se

mutuamente. Essa relação é de extrema importância, pois, desempenha um papel central na forma como lidamos com diferentes problemas em nossas vidas diárias;

(3) A linguagem cotidiana ou a linguagem científica tende a ser usada em diferentes contextos, dependendo do valor pragmático que ela assume naquele contexto específico.

(4) Quando um estudante compreende um perfil que compõe os modos de pensar sobre um determinado conceito, espera-se que também compreenda que não são todos pragmaticamente poderosos quando se trata de resolver determinados problemas. A partir desta perspectiva, aprender a ciência é também aprender sobre os contextos em que o modo científico de pensar ou o não científico é a escolha mais adequada e convincente.

Os perfis conceituais são, precisamente, modelos construídos para dar conta da heterogeneidade numa dada circunstância sociocultural e de sua relação com a heterogeneidade de formas de falar. A teoria perfil conceitual trata a evolução conceitual em termos da coexistência de concepções distintas, e não como um processo de rompimento com as próprias concepções. Em relação à prática pedagógica, a importância da consciência do perfil conceitual como uma meta para a educação científica implica numa questão fundamental: promover em sala de aula uma diversidade de contextos através das quais as ideias científicas possam ser aplicadas.

4.3.Os Fundamentos Epistemológicos da Teoria do Perfil Conceitual

Em relação aos fundamentos epistemológicos do perfil conceitual a discussão que se estabelece é se o perfil se ancora em perspectivas relativistas ou não. Tendo em vista essa questão da heterogeneidade do pensamento e da fala e o valor pragmático que determinadas formas de falar assumem em contextos específicos, pode parecer que “vale tudo” na elaboração de um perfil conceitual, mas, não é bem assim. Mortimer e colaboradores (2014) argumentam que essa teoria não é relativista, oferecendo uma posição filosófica alternativa que na visão dos autores se constitui como as bases epistemológicas da teoria do perfil conceitual.

Mais especificamente, os autores defendem como posição filosófica alternativa que explica as bases epistemológicas da teoria o “pragmatismo”, numa visão mais objetiva como defendido por Charles Peirce, John Dewey e outros pensadores, em vez de um pragmatismo Jamesiano por William James, mais subjetivo. Não pretendemos aqui tratar com profundidade as bases

epistemológicas do perfil conceitual, mas, estamos apenas interessados em enfatizar algumas consequências dessa negação relativista que orienta a discussão epistemológica da teoria.

Na perspectiva defendida pelos autores o debate vai se construindo em torno da discussão sobre o racionalismo em contraposição ao relativismo. Esse debate aponta para a necessidade de uma posição alternativa entre esses extremos, no caso o pragmatismo. A questão central no debate entre essas duas posições filosóficas é o problema da demarcação da ciência de outras formas de conhecimento.

Mortimer et al. (2014) afirmam que enquanto racionalistas defendem que pode haver um critério único, atemporal e universal para avaliar os méritos relativos de teorias rivais, como, por exemplo, o critério popperiano de falseabilidade (POPPER, 1975). Os relativistas negam a existência de um critério racionalista universal e ahistórico que possa orientar nossos juízos e decisões acerca das teorias. Defendendo um posicionamento, no qual, os critérios que legitimam o que é melhor ou pior no que diz respeito às teorias científicas variam de indivíduo para indivíduo e/ou de comunidade para comunidade. Essa é uma perspectiva que se aproxima do que disse Chalmers (1993): “o objetivo da construção do conhecimento dependerá do que é considerado importante por um indivíduo ou comunidade”.

Fazendo um exame crítico com relação a essas duas posições filosóficas compreendemos que, do ponto de vista epistemológico, o perfil não pode se comprometer com nenhuma delas. Quanto ao racionalismo, essa corrente filosófica não se aplica ao perfil conceitual, tendo em vista as críticas contra critérios universais de demarcação ou avaliação das teorias, e a questão recorrente quanto à demarcação do que é ou não ciência por esse critério de validade universal. Esse critério de validade universal se une a outra concepção forte na educação científica que é “a ciência como verdade”.

A teoria do perfil conceitual considera que existem muitas maneiras, radicalmente diferentes e válidas para explicar o mundo, conforme aponta Boghossian (2002) a ciência é apenas uma delas. A filosofia e sociologia da ciência (UNGER 1979; MARGOLIS 1991; BLOOR 1992; LYNCH 1998; WINCH 2007), passou a discutir e a se posicionar fortemente contra a pretensão de veracidade e validade universal do conhecimento científico, como forma de defender a diversidade de formas de conhecimento, produzidas em culturas diferentes.

A teoria dos perfis conceituais admite que um mesmo indivíduo possa exibir em seu perfil conceitual, simultaneamente, concepções do senso comum e do conhecimento científico sem

necessariamente substituir uma pela outra. Está claro, nessas circunstâncias que o perfil não é racionalista porque a heterogeneidade do pensamento conceitual não se limita necessariamente à ciência. De acordo com Mortimer et al. (2011), inúmeros “termos científicos” são também usados nas experiências cotidianas, são ressignificados, seja porque são palavras da linguagem comum das quais a ciência se apropriou, como “adaptação”, seja porque são palavras da ciência que foram apropriadas pela linguagem comum, como por exemplo “gene” ou “genética”. Nessas circunstâncias, é incoerente pensar na construção de modelos da heterogeneidade do pensamento considerando critérios únicos, atemporais e universais como no posicionamento racionalista.

Quanto ao perfil se afastar de uma base epistemológica relativista, uma importante distinção se constitui como argumento a favor dessa premissa. Quando o relativista nega que haja um padrão de racionalidade universal, ahistórico, em relação ao qual possa se julgar que uma teoria é melhor que outra, não significa necessariamente que “vale tudo”. Nessa posição filosófica, existe um critério que é comumente assumido, o de “valor”. De acordo com Chalmers (1993), em uma dada situação não há um critério universal que dite uma decisão logicamente convincente para o cientista/indivíduo, mas, as decisões e as escolhas feitas serão governadas por aquilo a que aqueles indivíduos ou grupos atribuem valor.

Diversos autores (MORTIMER et al., 2011; MORTIMER et al., 2014) quando defendem que o perfil conceitual se afasta do relativismo, argumentam com base nessa ideia de “utilidade” como um critério central para os juízos sobre o conhecimento. De acordo com esses autores, dessa ideia de utilidade segue que não se pode afirmar que “vale tudo” em nossos esforços de usar o conhecimento para decidir como agir em circunstâncias específicas. É nesse sentido que os autores argumentam que o perfil, não é relativista, ao menos não nessa perspectiva de “vale tudo”, afinal, há um número limitado de ideias e modos de pensar que podem ser bem-sucedidos para lidar com os problemas e situações específicas enfrentadas (MORTIMER et al., 2014).

A distinção entre os domínios de aplicação de distintos modos de pensar, e dos significados associados a eles, na abordagem dos perfis conceituais, circunscreve essa ideia de valor, tão flutuante do relativismo, a algo mais específico que se apoia na ideia de “valor pragmático” das distintas formas de conhecimento para lidar com diferentes problemas. Considerando essa questão do valor pragmático que surge no debate sobre as bases epistemológicas do perfil, o pragmatismo passa a ser a corrente filosófica que melhor explica a heterogeneidade dos modos de pensar, das

formas de falar e até mesmo a emergência das zonas do perfil conceitual em contextos nos quais as formas de falar tem maior valor pragmático.

O pragmatismo remonta aos céticos acadêmicos na antiguidade clássica e desenvolveu-se na história do pensamento ocidental sob a influência de uma variedade de doutrinas filosóficas. Apesar dessa variedade de correntes da filosofia pragmática, um tema comum básico emerge na tradição pragmatista: a forte ênfase na incorporação prática e discursiva de qualquer construção cognitiva humana (PIHLSTRÖM, 1996; EL-HANI E PIHLSTRÖM, 2002 *apud* MORTIMER et al., 2014). É devido a essa ênfase que Mortimer e seus colaboradores (2014) defendem que o pragmatismo - em algumas das suas formas - pode ser integrado com a teoria do perfil conceitual fornecendo a base epistemológica necessária a este programa de pesquisa sobre ensino e aprendizagem.

Do ponto de vista pragmático, defende-se que o mundo cognoscível e qualquer explicação, descrição e observação que construímos sejam necessariamente conceitualizados através de nossas práticas de predição e indagação (El-Hani e Pihlström, 2002 *apud* MORTIMER et al., 2014). Nosso conhecimento sobre o mundo pode ser moldado, ao menos em parte, pelos conceitos que nós mobilizamos nessa tarefa de predição, indagação, descrição e explicação da realidade. Compreender que o mundo pode ser moldado pelos conceitos que mobilizamos é reconhecer o papel dos conceitos em nossas atividades cognitivas e atentar para a impossibilidade de que exista uma relação simples entre conhecimento e realidade, assim, a mente não é uma espécie de espelho do mundo (MORTIMER et al., 2011; MORTIMER et al., 2014).

Nessas circunstâncias, os autores apontam que conhecimento é simultaneamente iluminador e limitante, uma vez que não pode capturar de maneira perfeita todos os aspectos do mundo. Na perspectiva defendida pelos autores, este reconhecimento da natureza dupla do conhecimento como criando possibilidades e, ao mesmo tempo, colocando limites para a nossa compreensão é tomado pelos pragmatistas como um fundamento para afirmar que o conhecimento deve ser julgado, pelo menos em parte, em termos de sua utilidade (MORTIMER et al., 2011; MORTIMER et al., 2014).

O pragmatismo e o relativismo têm em comum o uso desse termo “utilidade”, talvez por esse motivo muitos se refiram à teoria do perfil conceitual como relativista, no entanto, convém demarcamos o significado de “utilidade” na discussão sobre o viés pragmatista do perfil, para evitar uma percepção ingênua de um viés relativista no perfil que endosse a ideia de um relativismo do

tipo “vale tudo”. De acordo com Simões Neto e Amaral (2017), a ideia de valor pragmático das zonas se opõe à associação da teoria do perfil conceitual com o relativismo.

Nesses termos, a correta interpretação desta afirmação requer um esclarecimento do significado que se está atribuindo ao termo “utilidade”. Para Mortimer et al. (2014) não se trata de restringir os juízos sobre o conhecimento meramente às aplicações práticas, na medida em que se reconhece a extrema utilidade do conhecimento para muitas outras coisas além de tais aplicações, por exemplo, como um instrumento de pensamento ou ainda, como um instrumento para produzir novos significados.

Existem diferentes correntes filosóficas do pragmatismo, para delimitar o viés pragmatista da teoria do perfil conceitual e afastá-lo de vez de interpretações que o aproximem do relativismo convém destacar as duas principais que nos ajudarão a compreender melhor o viés pragmatista da teoria, a de William James (1907) e a de Charles Peirce (1878). Existem diferenças importantes entre pragmatismo peirceano e jamesiano. Enquanto Peirce desenvolveu seu pragmatismo como um movimento em direção a padrões impessoais e objetivos. James, por sua vez, tratou o pragmatismo de uma maneira mais subjetiva.

Mortimer et al. (2014) defendem que a abordagem dos perfis conceituais se afasta do subjetivismo ao enfatizar o papel da apreciação racional das escolhas de modos de pensar e agir, como se torna manifesto na proposta da tomada de consciência sobre a demarcação de modos de pensar e seus domínios de aplicação como um objetivo de aprendizagem. Nessa perspectiva, de acordo com Mortimer et al. (2011) torna-se possível, assim, a construção de uma dimensão crítica, a qual pode permitir que se vá além de juízos subjetivos sobre o que é útil para os propósitos de uma única pessoa ou grupo e uma aproximação quanto a uma apreciação mais objetiva, racional e coletiva na busca por imparcialidade nas ações e decisões. De acordo com Rescher (1995) o pragmatismo objetivo, preserva um papel para a objetividade ao tratar da relação entre conhecimento e realidade, e o pragmatismo subjetivo, é formulado apenas em termos do que se mostra efetivo para a realização dos propósitos de uma dada pessoa ou grupo sem que essa tensão entre conhecimento e realidade seja problematizada.

De acordo com Simões Neto e Amaral (2016), uma visão pragmática objetiva está associada à ideia de uma comunidade de indivíduos que tomam decisões acerca de modos de pensar direcionados por determinados critérios, a saber: consistência teórica, poder explicativo, poder de

predição e simplicidade na abordagem. Por esses motivos, a teoria do perfil conceitual se aproxima, epistemologicamente, dessa visão pragmatista objetiva.

Compreender o perfil conceitual a partir de uma base epistemológica pragmática subsidia a relação entre os modos de pensar e as formas de falar com o valor pragmático que cada um assume em contextos específicos, nos quais é adequado ou não seu uso. Nessas circunstâncias, a heterogeneidade do pensamento é modelada pelo contexto específico para o qual o conceito tem um valor pragmático, e assume determinado significado, sem necessariamente que isso possa estar associado uma pluralidade de significados com viés relativista.

Torna-se mais fácil compreender a natureza deste modelo da diversidade de modos de pensar quando consideramos alguns aspectos de sua metodologia de construção. Assim como Mortimer et al. (2011), consideramos fundamental estar atento ao caráter metodológico que determina a construção de perfis, para que as investigações realizadas sejam de fato consideradas parte do programa de pesquisa a respeito de tais modelos. Sobre esses aspectos metodológicos discutiremos a seguir.

4.4.Os Fundamentos Metodológicos da Teoria do Perfil Conceitual

A abordagem dos perfis conceituais envolve dois procedimentos metodológicos distintos. O primeiro tem como principal objetivo determinar as zonas que podem ser usadas para construir um modelo de perfil para um determinado conceito, necessariamente investigando diferentes domínios genéticos. E, o segundo procedimento metodológico, uma vez que as zonas são determinadas e o modelo de perfil conceitual construído, compõe investigações sobre como as formas de pensar e os modos de falar relacionados a essas zonas são distribuídos e evoluem em uma determinada população. Sobre esse segundo aspecto metodológico que vem se desenvolvendo as investigações que inserem os perfis conceituais nas salas de aula de ciências. Nesta seção, discutiremos cada um desses procedimentos metodológicos, começando pelo estabelecimento de zonas para a construção de um modelo de perfil conceitual.

4.4.1. Determinando zonas do Perfil Conceitual

A abordagem dos perfis conceituais é baseada, precisamente, na ideia de que as pessoas exibem diferentes maneiras de ver e conceitualizar o mundo e, desse modo, diferentes modos de

pensar são usados em contextos distintos (MORTIMER, 1994, 1995, 2000). Cada perfil conceitual modela a diversidade de modos de pensar ou de significação de um dado conceito, (por exemplo: calor, matéria, vida, adaptação) e é constituído por várias “zonas” (MORTIMER et al, 2011).

Cada zona representa um modo particular de pensar ou atribuir significados a um conceito que se reflete nas diferentes formas de falar e representar a realidade. Nessa perspectiva, um mesmo indivíduo pode apresentar diferentes zonas que constituem o seu perfil conceitual, e embora essas zonas exibam diferentes formas de falar e modos de pensar sobre o conceito elas podem coexistir sem que a aprendizagem de um novo significado para o conceito seja prejudicada.

Quando falamos em aprendizagem na teoria do perfil, estamos tratando do enriquecimento das zonas do perfil conceitual dos indivíduos e da tomada de consciência quanto aos contextos apropriados para aplicar determinados modos de pensar e formas de falar sobre o conceito. Para Mortimer et al. (2011), os modos de pensar são tratados como elementos de permanência no pensamento conceitual dos indivíduos, intimamente relacionados a significados socialmente construídos que podem ser atribuídos aos conceitos.

O principal princípio metodológico que guia as pesquisas realizadas para identificar as possíveis zonas para construir um modelo de perfil conceitual específico reside na máxima de Vigotski que só é possível ter uma imagem completa da gênese de um conceito se este for estudado em diferentes domínios genéticos (MORTIMER et al., 2014).

Quanto aos domínios genéticos, Wertsch (1985) com base nos estudos sobre o método psicogenético de Vigotski desenvolve a noção de domínios genéticos para explicar a natureza do desenvolvimento humano e o surgimento das funções mentais superiores (RODRIGUES e MATTOS, 2009). Com ênfase na origem (gênese) dos conceitos, o método psicogenético Vigotskiano nos permite compreender os conceitos como produtos da ação humana, dentro de uma dimensão sócio histórica, a saber, os quatro domínios genéticos (WERTSCH, 1988):

- a. Filogênese: De acordo com Rodrigues e Mattos (2009), o domínio filogenético está relacionado com a emergência das funções mentais superiores como características da espécie humana, fenômeno modelado pelas teorias evolutivas. A filogênese diz respeito às mudanças na estrutura orgânica, em especial do cérebro e “provém limites e possibilidades para o desenvolvimento humano” (SEPÚLVEDA, MORTIMER e EL-HANI, 2013, p. 442). O domínio filogenético está relacionado diretamente às questões

- da espécie, de âmbito biológico. Trata-se do processo de desenvolvimento de funções mentais dentro da história evolutiva de uma espécie, como por exemplo, a escrita e a contagem (SILVA, 2011).
- b. Gênese histórica sociocultural: diz respeito a como a gênese de um conceito ocorreu no domínio da história sociocultural, isto é, como os entendimentos sobre um determinado conceito evoluiu ao longo da história da humanidade (MORTIMER et al. (2014). E evidencia, sobretudo, como se desenvolveu a consciência humana, em especial no que diz respeito as funções mentais superiores, na história de suas relações sociais (RODRIGUES e MATTOS, 2009).
 - c. Ontogênese: Podemos entender a ontogênese como a evolução de um indivíduo em específico, desde o embrião até a morte, e que todos os significados que o indivíduo constrói ao longo de sua vida fazem parte do domínio ontogenético. (SIMÕES NETO, 2016).
 - d. Microgênese: O domínio microgenético trata da construção de significados a partir de situações ou fenômenos que rodeiam o indivíduo, dos fatos que acontecem nas interações que o indivíduo estabelece em contexto social, em dimensão micro (SIMÕES NETO, 2016). Esse domínio se refere ao micro processo ou microgênese que ocorrem em situações de interação e expressão de ideias, geralmente em um curto espaço de tempo e circunstâncias específicas, como, por exemplo, em uma sala de aula, em entrevistas e em respostas a questionários. Essas situações permitem estudos longitudinais de curto prazo (WERTSCH e STONE, 1985), que caracterizam esse domínio específico. Conforme aponta Coutinho (2005, p.21), a microgênese se relaciona a “dados relacionados à gênese de um conceito em um curto período, permitindo um estudo longitudinal de curto prazo”.

Quando estamos trabalhando com a determinação de zonas no perfil conceitual, Mortimer et al. (2011) apontam que para construir um perfil, é estritamente necessário, primeiro, considerar uma grande diversidade de significados atribuídos a um conceito e uma variedade de contextos de produção de significados. E segundo incluir pelo menos três dos quatro domínios genéticos considerados por Vigotski em seus estudos sobre as relações entre pensamento, linguagem e formação de conceitos, a saber, o domínio sociocultural, o ontogenético e o microgenético (WERTSCH, 1985) para pensar a constituição das zonas do perfil conceitual.

Em outras palavras, Mortimer et al. (2014) argumentam que devemos estudar como a gênese de um conceito ocorreu no domínio da história sociocultural, ou seja, como ocorreu os entendimentos sobre um determinado conceito em toda a história da humanidade. Ao mesmo tempo, também devemos procurar estudos para nos informar sobre como este conceito é aprendido e como ele evolui através da história particular de cada indivíduo, lidando, neste caso, com o domínio ontogênico.

Finalmente, devemos associar esses estudos, dos dois domínios (sociocultural e ontogenético) com um terceiro domínio, o microgenético. Ao considerar os dados de todos esses domínios genéticos, estaremos investigando uma variedade de significados atribuídos a um conceito em uma diversidade de contextos de criação de significados. Isso nos permite construir perfis conceituais que são modelos mais poderosos e férteis da heterogeneidade de formas de pensar e falar disponíveis em uma sociedade para uso em uma variedade de contextos ou domínios da experiência.

Alguns trabalhos como o de Mortimer et al. (2011) e mais recentemente o de Mortimer et al. (2014), apontam que o que se busca na construção de perfis conceituais, uma vez de posse dos dados relativos à produção de significado nestes domínios genéticos são os compromissos ontológicos, epistemológicos e axiológicos que estabilizam modos de pensar e falar sobre os conceitos e, assim, tornam possível individualizar zonas para a construção de um perfil.

Diversos trabalhos (AMARAL E MORTIMER, 2006; COUTINHO, MORTIMER E EL-HANI, 2007; MORTIMER, SCOTT E EL-HANI, 2009; SEPÚLVEDA, MORTIMER E EL-HANI, 2013; AMARAL E SILVA, 2013 E MORTIMER et al., 2014) apresentam alguns aspectos metodológicos que devem ser considerados para a proposição de perfis conceituais, buscando alguma garantia para que as investigações realizadas sejam, de fato, consideradas como parte do programa de pesquisa a respeito de tais modelos.

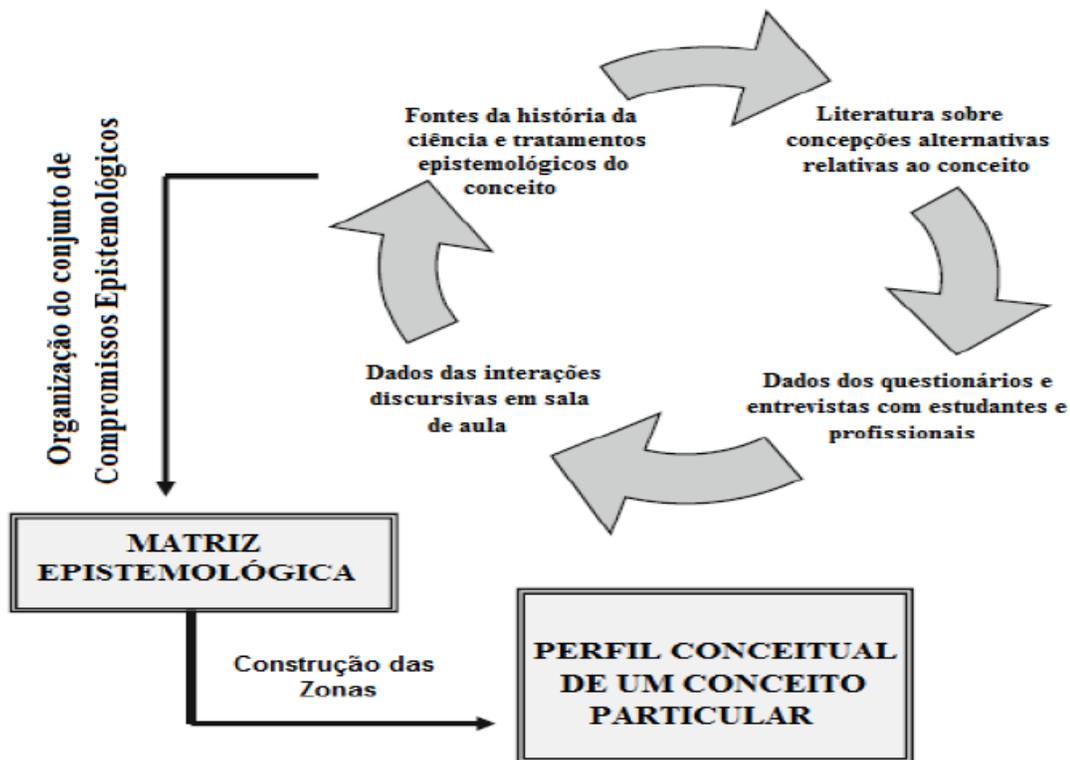
Como o foco dessa investigação, não é de fato a proposição de perfis conceituais, não nos atermos com profundidade a essa discussão metodológicas que compõem as fases ou etapas na elaboração das zonas do perfil, mas, descreveremos resumidamente os principais aspectos que compõem essa metodologia.

A primeira questão que merece ser considerada, é que nem todos os conceitos podem ser perfilados. Algumas características importantes quanto à escolha do conceito a ser estudado: deve

ser um conceito central ou estruturante no ensino de ciências, deve ser polissêmico conceito e possuir um significado estabilizado na linguagem científica e também na linguagem cotidiana.

Outro aspecto metodológico que deve ser considerado central, na proposição dos perfis, diz respeito à diversidade de fontes e dados de pesquisa que deve compor a análise. Mortimer et al. (2014) enfatiza que para buscar os compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos na proposição das zonas, devem ser considerados dados de uma variedade de fontes, de uma maneira dialógica, e não sequencial, sobre a qual se coloque todos o conjunto de dados ao mesmo tempo em interação uns com os outros. O que culmina com um conjunto de etapas, recomendada por diversos autores, como por exemplo, Mortimer et al. (2011), Mortimer et al. (2014) e Sepúlveda, Mortimer e El-Hani (2014) que explica, em certa medida, etapa por etapa a construção dos perfis conceituais com base nesse programa de pesquisa e que são apresentadas resumidamente na figura 10.

Figura 10: Metodologia de Proposição de um Perfil Conceitual



Fonte: Sepúlveda, Mortimer e El-Hani (2014), traduzido por SIMÕES NETO, (2016).

É importante salientar, que essas etapas são complementares e se retroalimentam, garantindo a triangulação dos dados e um diálogo constante entre os domínios: sociocultural, ontogenético e

microgenético, com os compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos que fundamentam a constituição das zonas do perfil.

Com base nessa representação, percebemos que de posse desse conjunto de dados, o pesquisador deve promover o diálogo entre os dados obtidos nas etapas anteriores, para catalogação das concepções emergentes e posterior proposição das zonas do Perfil Conceitual pretendido, a partir do estudo sobre os compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos que essas concepções representam.

Do ponto de vista metodológico, a teoria do perfil conceitual vem incorporando a essas bases metodológicas modificações e acréscimos (SIMÕES NETO, 2016). Para além da proposição de modelos de perfis conceitual, a aplicação dos perfis em sala de aula, e as interações discursivas, também tem constituído um importante foco de pesquisa de muitos grupos que os empregam.

Numa síntese coerente quanto aos aspectos metodológicos da teoria do perfil conceitual, Mortimer e colaboradores (2014) pontuam que as metodologias para as investigações sobre perfis conceituais variam de acordo com os objetivos da pesquisa. De acordo com os autores, quando o objetivo é investigar quais zonas podem ser incluídas em um modelo de perfil para um determinado conceito, estudos em diferentes domínios genéticos levam a uma compreensão das possíveis mudanças que ocorrem nas diferentes gêneses de um conceito (sociocultural, ontogenético e microgênico). Este movimento através de diferentes domínios não tem o objetivo de buscar semelhanças ou diferenças entre eles, mas visa à compreensão da gênese conceitual em toda sua extensão e profundidade.

Quando o objetivo é determinar a evolução das zonas de um perfil conceitual particular em qualquer população, podem ser utilizados questionários e / ou entrevistas com várias questões, assegurando a variabilidade de contextos discursivos e, por extensão, de respostas e, portanto, o enquadramento destes em diferentes zonas do modelo de perfil conceitual. Em casos como este, devemos destacar que o tratamento estatístico dos dados garante maior disponibilidade dos tipos de perfis usados pela população.

Quando o objetivo é, por sua vez, acessar o contexto microgênico e examinar se os sujeitos estão cientes de seus perfis, podem ser usadas entrevistas gravadas, situações ou tarefas que caracterizem contextos diversos nos quais os diferentes modos de pensar e formas de falar venham à tona de maneira apropriada e consciente.

Finalmente, se o objetivo é analisar a sala de aula e verificar como as zonas de um perfil conceitual se desenvolvem como consequência do ensino, é preciso passar para a análise discursiva, na qual o perfil conceitual precisa ser integrado com uma ferramenta de análise do discurso, como o desenvolvido por Mortimer e Scott (2002).

Embora o perfil conceitual funcione como uma ferramenta para a análise da dimensão cognitiva, integrar a dimensão do discurso à construção dos dados permite analisar as dimensões linguísticas e sociais do discurso. E, nessa perspectiva um estudo que integre efetiva e completamente os aspectos teóricos e metodológicos do perfil numa triangulação dos dados bastante coerente com a proposta e seus desdobramentos.

4.4.2. Perfis Conceituais como perspectiva para investigar as dimensões cognitiva e social a partir das interações discursivas na sala de aula

Os dados que emergem das interações discursivas são um foco importante nas investigações desse programa de pesquisa. De acordo com Mortimer et al. (2014), o discurso é caracterizado como um fenômeno social e isso demanda que ele seja concebido como um evento comunicativo socialmente situado, no qual as pessoas interagem para comunicar ideias, crenças ou emoções. Nesses termos, segundo o autor, a descrição integrada de três dimensões do discurso é usualmente tomada como objeto de investigação: (1) o uso da linguagem – como um fenômeno linguístico; (2) a comunicação de ideias e crenças – como um fenômeno cognitivo; e (3) a interação em contextos sociais – como um fenômeno social.

O exame dessas dimensões corresponde a uma análise dos significados socialmente estabelecidos que são atribuídos a um dado conceito a partir de distintos modos de pensar e formas de falar. Estes modos de pensar e os significados associados a eles são compartilhados por diferentes indivíduos, sendo necessária uma ferramenta para analisar esses modos estáveis de produção de significado que emergem nas interações discursivas em sala de aula.

Do ponto de vista metodológico, as investigações que se propõem a essa análise microgenética da sala de aula, considerando as interações as discursivas que ocorrem nas situações de aprendizagem utilizam, sobretudo pressupostos da análise do discurso em Bakhtin (1929).

Segundo Mortimer (2000), os perfis conceituais são, assim, um polo de uma análise do discurso estruturada em torno da relação entre modos de pensar e formas de falar. Enquanto perfis conceituais são ferramentas poderosas para analisar os modos de pensar, isto é, a dimensão

cognitiva do discurso. As formas de falar podem ser analisadas com proveito em termos das linguagens sociais e gêneros do discurso de Bakhtin (1986).

Com base nos pressupostos Bakhtinianos do discurso, Mortimer e Scott (2002,2003) desenvolveram uma ferramenta analítica para analisar os aspectos discursivos em sala de aula, e essa ferramenta analítica foi integrada aos estudos do perfil conceitual com os trabalhos de Amaral (2004) e Sepúlveda (2010). Nas palavras de Mortimer et al. (2014):

A estrutura analítica desenvolvida por Mortimer e Scott (2002, 2003) nos permite investigar as interações sociais na comunicação entre professores e alunos na sala de aula de ciências e o uso da linguagem, uma vez que é uma estrutura que está ancorada nas noções de gênero da linguagem social e gêneros de Bakhtin (Bakhtin 1981; Voloshinov 1929/1973) e na noção de Lotman do dualismo funcional do texto (1988 apud Wertsch 1991). (MORTIMER et al., 2014, p. 86, tradução nossa.)

Para os autores, a utilização de perfis conceituais na análise do discurso pode contribuir tanto para a dimensão cognitiva, que inclui os pontos de vista que estão sendo comunicados e os significados negociados ao longo das interações na sala de aula. Quanto para a dimensão social do discurso considerando interações em contextos sociais. Nessa perspectiva, a proposta metodológica que vem sendo usualmente empregada nas principais investigações sobre perfis conceituais é de modelar a dinâmica discursiva na sala de aula e significar através dos episódios de ensino a aplicação integrada de um perfil conceitual e o quadro analítico desenvolvido por Mortimer e Scott (2002, 2003). Nessas circunstâncias, o perfil conceitual é empregado para orientar epistemologicamente a análise semântica do discurso e o último quadro analítico, para caracterizar a maneira como professores e alunos interagem na produção de novos significados. A estrutura analítica de Mortimer e Scott (2002, 2003) busca inter-relacionar aspectos que se concentram no papel do professor e estão agrupados em três dimensões: Foco de ensino, Abordagem Comunicativa e Ações.

Apesar da variedade de pontos de vista teóricos que orientam o campo da análise do discurso, é possível dizer que abordagens contemporâneas concordam em considerar que esse discurso é mais do que uma forma de usar o idioma, concebendo-o como um fenômeno social (HICKS, 1995 *apud* MORTIMER et al., 2014).

De acordo com Amaral e Mortimer (2004), os principais aspectos que caracterizam a noção de perfis conceituais são: pluralidade filosófica, a possibilidade de complementaridade entre os diferentes pontos de vista e a heterogeneidade de ideias sobre o mesmo conceito que coexistem no

mesmo indivíduo. Com base nas relações entre a diversidade da linguagem social e os gêneros do discurso e as diferentes formas ou concepções para representar e conceituar o mundo, é possível estabelecer relações entre os aspectos discursivos e epistemológicos no processo de aprendizagem por meio de investigações que considerem a emergência do perfil conceitual nas salas de aula. Essas relações podem ser pensadas a partir da teoria do perfil conceitual, uma vez que ambos os aspectos podem estar envolvidos nas zonas do perfil.

Além dessa perceptiva de incorporar aspectos da análise do discurso aos estudos sobre perfis, mais recentemente, outros grupos de pesquisa incorporaram estudos sobre o perfil conceitual em suas investigações, o que faz surgir diversas propostas diferentes. A dimensão axiológica do perfil conceitual foi uma dessas propostas que passou a ser integrada a teoria. E, posteriormente a complexificação do perfil conceitual que assume como base ideológica a teoria da complexidade como forma de integrar, a partir da interdependência com o contexto, a linguagem cotidiana e a científica, diferentes perfis conceituais e significados que se inter-relacionam. Na sequência, discutiremos a abordagem do Perfil Conceitual Complexo, pois nessa perspectiva de ensino e aprendizagem que enxergamos possibilidades de maior interlocução com a abordagem de questões sociocientíficas na sala de aula.

4.5. O Perfil Conceitual Complexo

Os primeiros passos em direção a complexificação do modelo de perfil conceitual, foi dado pelo grupo de pesquisa em Educação em Ciências e Complexidade – ECCO – USP, a partir de vários trabalhos (Rodrigues, 2007; Vigianno, 2008; Rodrigues, 2009; Dalri, 2010; Bastos e Mattos, 2009; Sodr e e Mattos, 2013; Mattos, 2014) que foram consolidando as bases teóricas dessa amplia o da Teoria do Perfil. A perspectiva do perfil conceitual complexo busca compreender a complexidade do mundo e de suas representa es assumindo essa realidade, o contexto e o próprio conceito como sistema complexo, permeado por interlocu es que se entrecruzam. Essa perspectiva de compreender o Perfil conceitual como modelo da complexidade do mundo faz parte de um esforço para ampliar os limites da teoria do perfil conceitual. Os resultados dessa amplia o apresentam ideias que têm convergências e algumas divergências quanto às consequências do uso da teoria do perfil conceitual. Algumas dessas convergências e divergências serão apontadas nos t picos subseqentes, como temas que tem a sua importância para o estudo dessa investiga o,

mas, que carecem de maiores aprofundamentos teóricos e metodológicos, pois, encontram-se ainda em construção ao longo do processo de pesquisa.

4.5.1. O que é o Perfil Conceitual Complexo?

A noção do perfil conceitual complexo parte do pressuposto que perfis conceituais se influenciam e que estes são compostos por outros perfis em diversas escalas hierárquicas (VIGGIANO e MATTOS, 2007). O que está na base dessa definição, é a complexidade das relações humanas, da própria atividade humana, a complexidade do mundo e da forma como aprendemos e o representamos. Do nosso ponto de vista, da necessidade de compreender essa necessidade emergem alguns aspectos e questões que se constituem como bases teóricas que compõem as discussões sobre o perfil conceitual complexo. Entre esses principais aspectos, destacamos, em primeiro lugar, a necessidade de compreender o que é o conceito dentro dos limites da teoria do perfil.

De acordo com Mattos (2014) para compreender a complexidade do perfil conceitual é necessário, mesmo superficialmente, recordar as principais teorias que definem conceito e circunscrevem seu status em relação a elas. Com base nos trabalhos de Heit 1997, Laurence e Margolis, 1999, Lomônaco et al., 2004, o autor discute quatro visões básicas em relação a conceitos do campo da psicologia cognitiva: clássica, prototípica, exemplar e teórica.

A visão clássica, prototípica e exemplar são baseadas na noção de similaridade (HAHN e CHATER, 1997) e apresentam fragilidades quanto às especificidades de alguns conceitos e as relações muitas vezes abstrata que estabelecem entre si. Na primeira, a visão clássica, os conceitos são definidos a partir das semelhanças nos atributos de seus elementos, sem considerar diferenças entre eles. Alguns autores (MEDIN e SMITH, 1981) apontam muitos problemas com essa visão clássica, como falhas quanto às especificidades de alguns elementos que definiriam propriedades e limites de algumas categorias. Na segunda, visão prototípica, os conceitos são considerados a partir dos seus atributos comuns, e mesmo quando se altera um atributo, um conceito não perde sua definição anterior. A definição, nesse sentido assume um status muito mais poderoso do que o processo de conceituação. Nessa perspectiva, um conceito é construído a partir da seleção do que são supostamente os atributos mais importantes. Então um protótipo é definido e usado como base para identificar - a partir da semelhança - quais elementos pertencem ao conceito (HAHN e CHATER, 1997). Na terceira, a visão exemplar, pressupõe um sujeito que, ao longo do tempo,

constrói um conjunto de exemplares que são tomados como o próprio conceito. O principal critério na identificação de conceitos é a coesão conceitual, que se refere às características que podem ser consideradas para construir o conjunto de exemplares (LOMÔNACO et al., 2001). Usando a semelhança com os exemplares, um objeto pode ser classificado ou não como uma instância do conceito. O principal problema com esta visão é uma enorme proliferação desnecessária de conceitos e exemplos.

Já a visão teórica, pressupõe uma visão alternativa também conhecida como visão de rede, onde conceitos não são vistos como elementos isolados, mas como partes de uma rede interconectada de conceitos que constituem uma teoria. Para Keil, (1989) nenhum conceito pode ser entendido isoladamente, sem uma compreensão de como é ligado a outros conceitos. Nessa direção os conceitos são construídos como intrinsecamente relacionados, ao invés de isolados. É na perspectiva de pensar o conceito no âmbito dessa visão de rede que o perfil conceitual complexo está ancorado. De acordo com Mattos (2014, p. 285):

Propomos o perfil conceitual complexo que pode ser entendido não como uma rede conceitual, mas como uma rede de perfil conceitual, onde cada nó tem uma estrutura interna que representa uma zona de perfil conceitual, que está conectada a outras zonas de perfil conceitual. A complexidade dessa estrutura reflete a internalização da complexidade do mundo, que apresenta vários níveis hierárquicos que pode ser entendida como uma ecologia contextual. (MATTOS, 2014, p. 285, Tradução Nossa).

Nessa perspectiva, o autor argumenta que na noção de perfil conceitual complexo, a noção de aprendizagem denominada pelo autor como a dinâmica do perfil conceitual - também é modificada. O processo de aprendizagem em jogo não considera como aprendizagem apenas a inclusão de novas zonas de perfil conceitual, mas também a modificação das zonas preexistentes, a re-coordenação entre zonas de diferentes perfis conceituais, bem como a conscientização das zonas (MATTOS e RODRIGUES 2007, RODRIGUES e MATTOS 2010). Para o autor, a evolução do perfil conceitual pode ser entendida como o desdobramento de zonas do perfil conceitual, correspondentes à diferenciação do uso de cada zona de perfil conceitual em hierarquias específicas de acordo com os contextos de seu uso. Para Dalri Mattos (2010):

Com a aprendizagem e o desenvolvimento psicológico os perfis conceituais evoluem à medida que zonas de perfis são internalizadas pelos sujeitos na interação social (MORTIMER, 1995; 2000). Além de serem agregadas novas zonas aos perfis nessa dinâmica de evolução, relações entre os conceitos vão se estabelecendo, já que muitos conceitos são definidos por outros conceitos, ou seja, só adquirem sentido em função de outros perfis conceituais. Temos assim conceitos (de processos e atividades, por exemplo)

compostos por outros conceitos organizados com um sentido. (DALRI e MATTOS, 2010, p. 83).

Para compreender melhor essa definição de perfil complexo, tomaremos o conceito de Força, na física, utilizado por Dalri e Mattos (2010) como exemplo, para explicar a complexidade desse conceito, bem como de sua representação. Segundo os autores, assim como outros conceitos, o conceito de força (F) poderia ser representado por um perfil conceitual, com zonas mais ou menos definidas. De acordo com Dalri e Mattos (2010):

Quando em uma aula de física o aluno trabalha com a expressão $F = m \cdot a$, ele irá acessar uma das zonas do perfil de força de acordo com o contexto no qual está inserido. Se ele possui o conceito de força newtoniano bem definido, provavelmente será esta zona do conceito que ele irá acessar. Porém, se ele não possuir essa zona do perfil de força bem definida, ele irá acessar a que julgar mais adequada para o contexto, como por exemplo, utilizar força como esforço físico, etc. (DALRI e MATTOS, 2010, p. 57).

Para os autores à medida que o estudante vai interagindo com diferentes contextos e aplicando conceitos, as suas zonas são aprendidas e vai se alterando, ficando cada vez melhor definidas. Considerando essa relação entre a emergência de determinadas zonas do perfil conceitual em contextos específicos, quanto tratamos sobre a complexidade do perfil conceitual estamos considerando que os perfis conceituais estão em constante relação entre si. Como os perfis conceituais estão em constante relação entre si, ao acessar uma determinada zona do perfil conceitual conforme o contexto, imediatamente outras zonas de outros perfis também são acessadas em ressonância com o contexto.

Rodrigues e Mattos (2007) propõem a “hipótese da ressonância”, na qual se supõe que ao fazermos um enunciado em um dado um contexto, a zona de perfil que será utilizada é aquela cujo sentido é proposto, pelo sujeito, como significado naquele contexto. Essa ressonância depende do reconhecimento das marcas de contexto que revelam ao sujeito um sentido preferencial dos eventos no contexto em que está.

Assim, retomando o exemplo quanto ao conceito de Força, Rodrigues e Mattos (2007) argumentam que ao acessar uma determinada zona do perfil de força de acordo com determinado contexto, imediatamente outras zonas do perfil poderão emergir em ressonância ao contexto no qual o conceito está sendo tratado. Nesse exemplo específico, em que $F = m \cdot a$, zonas do perfil de igualdade (=), massa (m), multiplicação (\cdot), aceleração (a) entre outras como proporcionalidade, etc.

As inter-relações entre os perfis conceituais não ocorrem de forma aleatória. Os perfis e suas relações com as zonas de perfis conceituais não são acessadas de forma fragmentada no tempo como se uma associação casual pudesse ser feita a cada instante. A relação entre os perfis e suas zonas está circunscrita na complexidade do mundo, do conceito tratado e de sua representação de acordo com a demanda contextual. Dalri e Mattos (2010) defendem que ao acompanhar a complexidade do mundo, o acesso às zonas do perfil corresponde a milhares de conexões simultâneas, que se organizam e reorganizam, estão ou não presentes à consciência a cada instante conforme a demanda contextual.

Nessa direção, a tomada de consciência do perfil conceitual pelo próprio sujeito (MORTIMER, 1995; 2000; 2014) continua tendo sua importância, tanto para o uso adequado das zonas do perfil em contextos específicos, quanto para a autonomia do sujeito na escolha de determinadas zonas do perfil que possuem maior valor pragmático em detrimento de outras zonas em um contexto específico. Assim como são importantes, o contexto e sua interdependência com o a emergência de zonas do perfil conceitual de acordo com o valor pragmático assumido em determinados contextos. Em síntese, no âmbito da complexificação do perfil conceitual, os principais aspectos que compõem essa proposta são:

- O mundo é complexo (MATTOS, 2014) e a realidade é tomada como sistema complexo (GARCIA, 1998).
- Os conceitos são considerados dentro de uma visão teórica, também chamada de visão em rede (LOMÂNACO et al, 2004) para abarcar essa complexidade do mundo.
- O Contexto é tomado como um objeto complexo (MATTOS, 2014).
- Os perfis conceituais nos permitem representar a aprendizagem em contexto, com a complexidade das dimensões culturais e históricas das representações usadas em nossa vida diária (MATTOS, 2014).
- Utilizamos o contexto como um elemento constituinte e constituído pela dinâmica das interações sociais, um complexo campo de *dêixis* negociado na vivência das interações sociais. Nesse sentido, essa noção de contexto e Perfil conceitual complexo são duas faces da mesma moeda, unidas pela linguagem. As estruturas cognitivas dos sujeitos são constituídas e intermediadas pela linguagem (MATTOS, 2014).

- A complexidade estrutural das estruturas cognitivas dos sujeitos que poderiam ser expressos por um perfil conceitual complexo nos permite representar, em contextos específicos, não apenas dimensões epistemológicas e ontológicas, mas, também sua dimensão axiológica (MATTOS, 2014). Assim, cada zona do perfil e os contextos são constituídos a partir das dimensões epistemológicas (BACHELARD, 1984), Ontológicas (CHI, 1992; MORTIMER, 1995) e axiológicas (RODRIGUES e MATTOS, 2006 e posteriormente DALRI e MATTOS, 2010).

Em relação à realidade ser tomada como um sistema complexo, Mattos (2014) aponta a teoria de sistemas complexos como um paradigma relativamente novo para a compreensão do comportamento dos sistemas. Originalmente desenvolvida nos campos da física e da matemática. Entretanto, foi também amplamente proposta como um importante modo para olhar as ciências biológicas, sociais e cognitivas. Na visão do autor, sistemas complexos são definidos como sistemas compostos de um grande número de elementos altamente conectados que interagem entre si. Há muitos exemplos de sistemas complexos, relacionados a diferentes fenômenos, como as células, spin, diferenciação celular, dinâmica entre predador-presa, redes neurais, etc. ainda, aponta outras seções transversais na complexa estrutura do mundo, pensando sobre níveis hierárquicos dimensionais tais como os dos quarks, partículas subatômicas, átomos, moléculas, células, seres unicelulares e multicelulares, sociedades e Gaia. Partindo desse ponto de vista, o autor defende que podemos pensar no mundo como um Sistema complexo dinâmico adaptativo, com muitos padrões hierárquicos emergentes, construídos a partir da auto-organização dinâmica de suas partes em todos os níveis do sistema.

Nesse contexto, a ideia de perfis conceituais complexos se apoia no trabalho de Garcia (1998) sobre pensamento complexo no âmbito conceitual (sistemas conceituais complexos) (DALRI e MATTOS, 2010) e se baseia nos argumentos da teoria dos sistemas complexos para justificar tal complexidade. Garcia (1998) traz os sistemas complexos como uma teoria alternativa para pensar os conteúdos escolares.

Segundo Garcia (1998), a realidade é um sistema complexo, na qual, os elementos interagem reciprocamente, se definindo mutuamente e as relações a todo o momento se auto organizam e reorganizam conforme a diversidade desses elementos (contexto, intersubjetividade, significados e sentidos, interação dialógica, linguagem, etc.) e suas relações.

Dalri (2010), considerando as ideias de Garcia (1998) sobre os sistemas complexos argumenta que podemos pensar a representação da realidade como uma arquitetura de sistemas (conceituais, contextuais e sócio-histórico-culturais) que apresenta recursividade e organização pautadas pelas interações de seus elementos ou sistemas. A questão é que raramente podemos representar um sistema complexo em toda sua complexidade (MATTOS, 2014). É necessário reduzi-lo, não apenas separando níveis hierárquicos, mas à procura de uma unidade de análise que possa manter a representação das relações entre os níveis hierárquicos, a fim de evitar a perda da complexidade do fenômeno. O perfil complexo assume que tanto a teoria da atividade (LEONTIEV, 1978) pode ser considerada como uma unidade de análise quanto à linguagem. E, é com base nesta última que desenvolveremos nosso estudo. Segundo Mattos (2014), o perfil conceitual pode ser complexificado considerando a linguagem como um sistema dinâmico, como dinâmica de coordenação entre sujeitos e sua situação de vida.

4.5.2. O Conceito e o Contexto como Objetos Complexos

De acordo com Mattos (2014), assim como na perspectiva original, o perfil conceitual como modelo da complexidade do mundo também toma como referência pressupostos da perspectiva sócio histórico e cultural, particularmente com foco na práxis humana, para representar os processos de ensino e aprendizagem, não só nas atividades escolares, mas também em qualquer atividade humana.

Nessa direção, alguns aspectos desta teoria serão considerados, a fim de apontar a necessidade de uma abordagem que relaciona a complexidade do mundo e da linguagem com a complexidade estrutural dos estados cognitivos dos sujeitos - a ecologia conceitual. Os estudos que tomam como referências essa proposta de complexificação do perfil conceitual assumem como principal hipótese de trabalho que: as estruturas cognitivas dos sujeitos são constituídas dentro da intermediação de linguagem.

O grande diferencial da perspectiva do perfil como modelo da complexidade é a ênfase dada ao contexto. Mattos (2014) aponta para o fato de que os perfis conceituais permitem representar o aprendizado em contexto, lidando com a complexidade das dimensões culturais e históricas das representações usadas em nossa vida diária. Nas palavras do autor:

Utilizamos o contexto como elemento constitutivo e constituído pela dinâmica das interações sociais, um campo complexo de *dêixis* negociado nas interações sociais vivas. Nesse sentido, essa noção de um contexto complexo e do perfil conceitual complexo são duas faces da mesma moeda, unidas pela linguagem. É a complexidade das representações e mediações da linguagem que nos permitirá compreender os níveis hierárquicos do discurso humano, que se estendem da polissemia à polifonia. A complexidade estrutural dos estados cognitivos incorporados e situados que podem ser expressos por um perfil conceitual complexo nos permite representar, em contextos específicos, não apenas as dimensões epistemológicas e ontológicas dos conceitos, mas também sua dimensão axiológica. (MATTOS, 2014, p. 264, Tradução nossa.).

O modelo do perfil conceitual complexo pretende explorar alguns limites da teoria do perfil conceitual, valorizamos a multiculturalidade e enfatizando que a ciência é uma das atividades culturais humanas mais importantes. Os principais pressupostos epistemológicos e ontológicos estão alinhados com a teoria do perfil conceitual proposta por Mortimer (1995, 2014), considerando a ciência como uma maneira poderosa de estabelecer e regular as relações estruturais entre o homem e o mundo. No entanto, o modelo do perfil complexo agrega um pressuposto axiológico, que estabelece que a ciência não suporta a angústia humana em face da finitude humana (MATTOS, 2010). Portanto, a vida exige outras formas de conhecimento como epistemologias privilegiadas para lidar com os limites humanos.

O papel e a relação com o contexto na teoria do perfil conceitual não é algo novo, Mortimer (2000) já apontava para essa relação, para o autor “a noção do perfil conceitual é, portanto, dependente do contexto, uma vez que é fortemente influenciada pelas experiências distintas de cada indivíduo; e dependente do conteúdo, já que para cada conceito em particular tem-se um perfil diferente.” O modelo do perfil conceitual leva em conta as relações sociais em que o sujeito está imerso e suas implicações para o processo de aprendizagem, considerando fatores contextuais, sociais, históricos, culturais, tendo como base a teoria sócio-histórico-cultural como apresentada por Vygotsky (2004).

Diversos autores já apontavam para a complexidade do contexto: Bronfenbrenner (1979), Bernstein (1990), Wertsch (1991) (systematizing Vygotsky’s genetic theory), e também Leontiev (1978). No grupo ECCo –USP, basicamente o primeiro trabalho que buscou estreitar e discutir teoricamente a relação entre perfil conceitual e contexto foi o trabalho de Viggiano (2008), essa discussão quanto ao contexto e sua relação com o perfil vem sendo aprimorada em diversos trabalhos (RODRIGUES e MATTOS, 2009; MATTOS, 2014).

De acordo com Rodrigues e Mattos (2009) em geral, o contexto é tratado como algo externo ao homem, análogo a um cenário onde os participantes da interação atuam e o representam. No

entanto os próprios autores apontam que o contexto não pode ser reduzido aos aspectos físicos da interação, como mesas, cadeiras, quadro, etc. Na perspectiva do perfil complexo reduzir o contexto aos aspectos físicos de uma determinada interação é uma ideia equivocada. O contexto enquanto objeto complexo deve ser considerado dentro de uma perspectiva social, histórica e cultural, e compartilhado através da interação social.

Para Mattos (2014), a representação do contexto como objeto complexo implica que o mesmo é composto por diversos níveis hierárquicos, o que torna sua determinação uma tarefa também complexa. Bateson (2000) defende que o reconhecimento de um contexto para o estabelecimento de uma interação dialógica, passa pela noção de “marcas de contexto” denominadas por Mattos (2014) como *dêixis contextuais*.

Bernstein (1990) diz que os contextos são estabelecidos ou definidos no âmbito da Interação, e eles são governados por dois princípios: o princípio de localização e o princípio interacional. Na visão do autor, o princípio de localização atribui um sentido espacial ao contexto. O princípio interacional estabelece a temporalidade das interações entre assuntos. Além disso, existem regras de reconhecimento de contexto que são responsáveis pela sua delimitação, estabelecem as fronteiras contextuais e fornecem marcas que distinguem um contexto de outro. Para o autor, vários contextos podem coexistir simultaneamente na interação comunicativa.

Nessa perspectiva, a atribuição de significados ocorre em contextos definidos pela interação comunicativa humana e de acordo com o predomínio dos princípios comunicativos e das regras de realização. Essas regras são estabelecidas usando características contextuais internas, elementos textuais (*dêixis*), princípios comunicativos e outras regras contextuais.

De acordo com Mattos (2014), os mesmos princípios e regras que regulam o reconhecimento do contexto são aqueles que estruturam o uso de zonas de perfil conceitual em cada contexto. Esses princípios e as regras definem as estruturas hierárquicas dos contextos, tanto micro quanto macro, em termos sócio históricos.

Na escola, as disciplinas privilegiam tipos específicos de fala (Bakhtin 2006); em outras palavras, o discurso está em conformidade com marcadores contextuais presentes na disciplina (MATTOS, 2014) e esses marcadores contextuais não se limitam a interpretação da escola enquanto espaço físico, mas, às relações sempre complexas que se estabelecem no espaço escolar e que são compartilhadas sócio histórico e culturalmente. Nesse aspecto podemos falar que ocorre a intersubjetividade. Para Wertsch (1985) a intersubjetividade se consolida quando as pessoas que

interagem compartilham o contexto. Isso implica uma negociação de significado, na qual eles fazem concessões mútuas.

Com base nos trabalhos de Vigotski, em especial sobre o método psicogenético, Wertsch (1985) desenvolveu a noção de domínios genéticos para explicar a natureza do desenvolvimento: filogêneses, gênese histórica e cultural, ontogêneses e microgêneses. Assim como na teoria do perfil conceitual propostas por Mortimer (1995, 2000, 2014) as ideias relacionadas aos domínios genéticos também estão na base do perfil complexo, no entanto dialoga com outras perceptivas em busca de explicar melhor a relação entre o perfil e o contexto.

Fazendo um contraponto à noção de domínios genéticos proposta por Wertsch (1985), que vem sendo utilizadas nas pesquisas sobre o perfil conceitual (Amaral e Mortimer, 2005), Cole (1995) propõe outro recorte metodológico já que considera impossível uma abordagem que integre todos esses domínios, o autor propõe o domínio mesogenético.

Apoiados na ideia de mesossistemas (BRONFENBRENNER, 1996) e com base nestes aspectos gerais do contexto e das relações entre os contextos, Mattos (2014) propõe dentro de um recorte mesogenético duas categorias que nos ajudarão a compreender a dependência do perfil e do contexto (RODRIGUES e MATTOS, 2009), a saber, macro-contexto e micro-contexto. De acordo com o autor:

Utilizamos os termos macro-contexto e micro-contexto para representar dois tipos distintos níveis hierárquicos de contexto. Podemos associar cada macro-contexto com vários micro-contextos. Se entendemos uma sociedade como um macro contexto, temos vários diferentes micro-contextos associados a ele, como escolas, famílias e organizações religiosas. Por sua vez, se a escola for tomada como um macro-contexto, podemos associá-la a outros micro-contextos, como física, biologia ou aulas de história (disciplinas) ou mesmo a áreas de ciência ou humanidades. Podemos também levar uma aula de física como um macro contexto, que, por sua vez, pode ser associado a vários micro-contextos, como a resolução de problemas, atividades, aulas de leitura e escrita e aulas de demonstração de laboratório. Cada micro-contexto oferece diferentes oportunidades discursivas, aparecendo como elementos constitutivos da construção da intersubjetividade e, também, oferecendo oportunidades para o desenvolvimento e uso das zonas do perfil conceitual. Com essa estrutura hierárquica, podemos nos concentrar na complexidade dos processos comunicativos na escola e discutir o acesso a alguns aspectos da hipótese da ressonância. (MATTOS, 2014, p. 277, Tradução Nossa.).

De acordo com o autor, cada micro-contexto é, potencialmente, um lugar para acessar ou criar zonas de um perfil conceitual. Em situações sociais, as hierarquias de um contexto nos permitem classificar predominantemente contextos e associá-los às zonas do perfil conceitual utilizada, recontextualizando assim as marcas contextuais (BERNSTEIN 1990; BATESON 2000).

Por exemplo, se considerarmos a escola uma macro-contexto, encontramos uma série de micro-contextos associados onde negociações de significado acontecem e transformam (recontextualizam) cada micro-contexto, vinculando dinamicamente o uso de conjuntos de zonas de perfis conceituais com contextos específicos. Além disso, um contexto geral (macro-contexto) pode incluir mais de um contexto específico (micro-contextos). (MATTOS, 2014).

É importante salientar, que em cada micro-contextos aparecem diferentes oportunidades discursivas para a construção da intersubjetividade e, por sua vez, oportunidades distintas de formação e utilização de diferentes zonas do perfil conceitual. E isso pode ser evidenciado em diversos trabalhos produzidos pelos autores que versam sobre a dinâmica do perfil conceitual complexo que discutiremos posteriormente.

4.5.3. O que muda em relação à Aprendizagem no Perfil Conceitual Complexo

Marcadamente, a principal mudança em relação a essa proposta diz respeito ao diálogo que deve emergir entre significados científicos e cotidianos em busca de sua complexificação. De acordo com El-Hani, Mortimer e Silva-Filho (2013):

A teoria dos perfis conceituais salienta a necessidade de diálogo entre significados científicos e cotidianos para desenvolver a compreensão conceitual da ciência, claramente distinguindo formas diferentes de conhecimento e os contextos em que podem ser melhor aplicadas. Não se trata de desvalorizar modos não científicos de pensar e atribuir significado, como se fossem inerentemente inferiores, mas de reconhecê-los como culturalmente adequados em algumas, mas não em todas as esferas da vida em que agimos e nos comunicamos (EL-HANI, MORTIMER e SILVA-FILHO, 2013, p. 02).

Com a aprendizagem e o desenvolvimento psicológico, os perfis conceituais evoluem à medida que zonas de perfis são internalizadas pelos sujeitos na interação social (MORTIMER, 1995; 2000). No entanto, no perfil complexo, além de serem agregadas novas zonas aos perfis nessa dinâmica de evolução conceitual, relações entre os conceitos vão se estabelecendo, já que muitos conceitos são definidos por outros conceitos, ou seja, só adquirem sentido em função de outros perfis conceituais (DALRI et al, 2007).

Nessa perspectiva, Rodrigues e Mattos (2006; 2010) propõem três ordens de aprendizado, que se referem às relações entre as zonas de perfil conceitual e os contextos em que são evocadas e nos ajudam a compreender um pouco a dinâmica da evolução conceitual, não como na perspectiva

da mudança conceitual, mas, com base na coexistência de diferentes modos de pensar que compõem o perfil conceitual de um indivíduo.

Os autores utilizam a ideia de aprender por ordens (MATTOS e RODRIGUES 2007; RODRIGUES e MATTOS 2009) para introduzir marcadores da dinâmica do perfil conceitual. Iniciando a partir dessa visão dinâmica, correlações entre a evolução do perfil conceitual com alguns aspectos da atividade de aprendizagem. Rodrigues e Mattos (2009) propuseram três ordens de aprendizagem como marcadores do processo dinâmico do perfil conceitual. Essa correlação precisa ser melhor evidenciada nos trabalhos com o perfil conceitual complexo.

O quadro 5, apresenta os principais aspectos sobre cada uma das ordens de aprendizado (MATTOS e RODRIGUES, 2007, RODRIGUES e MATTOS, 2010):

Quadro 5: Caracterização das Ordens de Aprendizado (RODRIGUES e MATTOS, 2007, 2010).

1ª Ordem de Aprendizado	2ª Ordem de Aprendizado	3ª Ordem de Aprendizado
1. Consiste na simples mudança de zonas do perfil conceitual. 2. Representa um aprendizado mecânico, no qual o conceito não está associado a um contexto. 3. Surgem zona de perfil amalgamadas, com as quais o sujeito não distingue seu contexto de uso. 4. O conceito é aprendido isoladamente.	1. O uso dos conceitos é adequadamente associado ao contexto de seu uso (<i>dêixis contextuais</i>) 2. Apesar de distinguir os contextos, ainda o fazem automaticamente, sem perceber, outros sentidos possíveis.	1. Caracteriza-se pela capacidade de o sujeito estar ciente entre as zonas e os contextos de uso. 2. O sujeito pode, conscientemente, escolher uma zona do perfil de um conceito afim de dar um sentido à situação. 3. A terceira ordem de aprendizado seria caracterizada por uma meta-consciência das possíveis relações entre zonas de diferentes perfis conceituais e seus contextos de uso. 4. As ordens são independentes e não hierárquicas, podendo ocorrer em momentos distintos ou simultaneamente. 5. Representam não apenas a dinâmica do perfil conceitual, mas também, a relação entre perfis.

Fonte: Elaborado com base em Rodrigues e Mattos (2009)

Além das ordens de aprendizagem, outro aspecto importante é a adição da dimensão axiológica no perfil conceitual. Da mesma forma que os obstáculos epistemológicos e ontológicos estão presentes no processo de ensino e aprendizagem, existem também obstáculos axiológicos na aprendizagem de certos conceitos e sistemas de conceitos em contextos específicos e que definem formas afetivas de relação com o conhecimento (CHARLOT, 2001). A dimensão epistemológica, diz respeito ao “como” conhecemos um objeto, a ontológica, se refere a “qual a natureza” do objeto e a axiológica, se refere aos valores e fins do objeto. (FIEDLER-FERRARA e MATTOS, 2002).

Mais especificamente, de acordo com Rodrigues e Mattos (2007), a dimensão epistemológica diz respeito à produção do conhecimento, bem como das diversas interpretações da natureza, representadas nas mais diversas correntes filosóficas. Esta dimensão responde ao «como» conheço um determinado objeto. Essa dimensão tem suas raízes na história e filosofia da ciência, assim como na história do próprio homem. Nessa dimensão um conceito como energia pode ser compreendido dentro de uma linha empirista ou racionalista sejam elas clássicas, relativísticas ou quânticas. A dimensão ontológica refere-se à natureza dos objetos. Esta dimensão responde ao «o que» é o objeto. Desta forma está intimamente ligada a polissemia do conceito que lhe confere diversas naturezas possíveis. Nesta dimensão um termo pode representar diversos conceitos, pode ter diversos significados dependendo do contexto de uso. O conceito de massa, por exemplo, dependendo do contexto pode ser entendido como macarrão, massa de pedreiro, inércia, etc., todos conceitos de diferente natureza.

A dimensão axiológica (RODRIGUES e MATTOS, 2006; DALRI e MATTOS, 2010), vem sendo considerada nas pesquisas ligadas ao perfil conceitual, mais recente. Está relacionada aos valores atribuídos a determinados objetos. Esta dimensão responde ao «por quê» das escolhas e fins. Revela as motivações e intenções com que um conceito é ou não utilizado pelo indivíduo. Esta dimensão possui raízes na antropologia e na sociologia, tendo uma componente profundamente sociocultural. Nessa dimensão, o uso de um conceito dentro de um contexto está vinculado ao valor dado ao contexto de uso.

Em nossa proposta consideramos que o estudo dessas três dimensões do conhecimento no ensino e aprendizagem possa favorecer processos de tomada de consciência quanto às zonas do perfil conceitual e seus contextos de uso.

4.6. Articulação entre o Perfil Conceitual e as Questões Sociocientíficas

Uma questão sempre presente em relação ao estudo com questões sociocientíficas e sua exploração em sala de aula é a tensão sempre dicotômica entre a abordagem dos conceitos, de forma a significá-los no contexto da temática ou problema sociocientífico explorado, e a abordagem do próprio tema ou problema sociocientífico. Um estudo recente sobre as formas de relação entre temas e conteúdos na abordagem de QSC evidenciaram dificuldades na elaboração e execução de estratégias de ensino dessa natureza (SILVA, 2014). Como se a temática e seu apelo motivacional se sobressaísse em relação à construção dos conceitos químicos abordados. O que

revela uma tensão bastante peculiar entre a formação do conceito e o uso do conceito em contextos específicos.

Rodrigues e Mattos (2009) ressaltam que a ação e o uso do conceito trazem embutidos em si todo o processo de apropriação e de formação deste conceito. Iniciamos essa investigação, buscando analisar como as QSC adquirem valor epistemológico na abordagem em sala de aula? Procurávamos analisar o processo de apropriação de conceitos científicos a abordagem de QSC, e denominados essa dimensão do conhecimento como epistemológica. Buscávamos um elo que nos permitisse analisar o uso do conceito científico para significar as situações, temas ou questões exploradas com as QSC e não apenas o impacto que a abordagem temática exercia que comumente parecia ser mais valorizada do que o próprio conceito a ser abordado.

Diversas pesquisas têm demonstrado que um conceito não tem apenas uma única representação, mas um perfil de representações com características não só epistemológicas, mas também ontológicas e axiológicas (SODRÉ, 2008; SODRÉ e MATTOS, 2013; BASTOS e MATTOS, 2009). No entanto, a literatura tem demonstrado (SADLER e ZEIDLER, 2005) que no ensino de ciências o uso da evidência científica, isto é, a dimensão epistemológica como um critério para sustentar os projetos argumentativos dos estudantes ainda implica em dificuldades.

De acordo com Bortoletto e Carvalho (2012), pesquisas apontam que os estudantes preferem utilizar as evidências políticas, econômicas e etc. Em vez das científicas. Ou seja, outros critérios que se relacionam às dimensões ontológicas e axiológicas se sobressaem quando uma QSC com caráter complexo é abordada em sala de aula. Os autores argumentam que talvez essa lacuna esteja relacionada com a dificuldade de o estudante relacionar um conceito científico com a realidade concreta.

Essas considerações apontam para a necessidade de desenvolver estudos sobre a aprendizagem dos conceitos científicos no âmbito daquilo que as investigações vêm apontando como tendências da pesquisa e do ensino: as QSC e a Teoria do Perfil Conceitual.

Encontramos na teoria no perfil conceitual, uma possibilidade profícua para olhar essa dimensão epistemológica do conhecimento no âmbito das QSC. No perfil conceitual a compreensão quanto ao uso do conceito e sua formação, parte da relação entre o perfil conceitual, a emergência de determinadas zonas do perfil e o contexto de uso adequado dessas zonas de acordo com seu valor pragmático.

Assim, uma primeira aproximação pode ser feita, pois, encontramos na teoria do perfil conceitual e na sua interdependência com o contexto, uma noção de contexto que desse conta dos aspectos sociais, culturais e contextuais inerentes às QSC que nosso entender possuíam uma natureza complexa. Quando lidamos com QSC, trazemos para os muros da escola questões sociais, culturais, políticas, ideológicas e históricas da atividade humana. Não estamos lidando apenas com conhecimento científico, mas, com diversas outras formas de conhecimento que emergiam dos contextos explorados nas QSC, ganhando sentido e não raras vezes maior valor pragmático na abordagem do que o próprio conhecimento científico.

Assim, a partir da relação conceito, perfil conceitual e contexto enxergamos um conjunto de aproximações entre a teoria do perfil conceitual e a abordagem de QSC na sala de aula:

- O contexto tem sua importância tanto na abordagem de QSC quanto no Perfil conceitual. Em ambos os casos o contexto constrói cenários de diálogo que permitem a interlocução entre diversas formas de falar e modos de pensar, isto é, entre diversas formas de conhecimento. O contexto se caracteriza como objeto que complexifica a realidade e suas representações.
- O contexto em ambos os casos é considerado como uma construção social, histórica e cultural compartilhado através das interações humanas e da comunicação por meio da linguagem.
- Na abordagem de QSC, trazemos contextos de fora da escola para a realidade escolar, corroboramos com Rodrigues e Matos (2009), quando pontuam que em termos de contexto, quando trazemos contextos exofóricos para a escola, trazemos não só os problemas, soluções e conhecimentos deste contexto, como também, todas as motivações, valores e fins que se desenvolvem nele. Assim, explorar um contexto é trazer suas dimensões epistemológicas, ontológicas e axiológicas.
- O contexto, em ambos os casos deve servir como elemento para sínteses dialéticas entre os sentidos, pessoais e particulares dos sujeitos na atividade; e as significações, coletivas e estáveis na cultura (LEONTIEV, 1978).

Nessa perspectiva, consideramos duas aproximações que nos permitem relacionar QSC com Perfil conceitual: a noção de contexto e as dimensões epistemológicas, ontológicas e

axiológicas que podem ser exploradas em ambos os casos. Considerando tais aproximações, não podemos reduzir nossa análise unicamente a dimensão epistemológica dada a complexidade das formas de fala e modos de pensar o conceito e dos contextos que podem ser explorados com a abordagem das QSC. Rodrigues e Mattos (2009), inclusive assinalam que:

A redução geralmente feita da contextualização à uma estratégia de ensino particular, ou a uma análise unicamente epistemológica, desvitaliza a noção de contexto. Camuflando-se potencial problematizador da negociação entre professor e estudantes, da prática docente e da construção curricular. (RODRIGUES e MATTOS, 2009, p. 24-25).

Nessas circunstâncias, defendemos que a abordagem com QSC nos subsidiará a explorar através dos temas, conceitos específicos e trazer recortes no contexto social, histórico e cultural da complexidade do mundo e de suas representações. Permitindo assim, relações orgânicas entre os elementos contextuais explorados com a QSC e as dimensões epistemológicas, ontológicas e axiológicas, que acabam por revelar os critérios elegidos pelos indivíduos ao explicar determinados fenômenos.

5. METODOLOGIA DA PESQUISA: DA NATUREZA DA INVESTIGAÇÃO AO TRATAMENTO DOS DADOS

Nesta investigação, pretendemos promover uma reflexão sobre as dimensões epistemológicas, ontológicas e axiológicas dos conhecimentos abordados em uma sequência didática (SD) estruturada a partir de questões sociocientíficas. Para isso, elaboramos e aplicamos uma SD com foco em QSC, envolvendo dois professores do Ensino Médio e suas turmas, em duas Escolas Públicas de Serra Talhada-PE. Com base nos pressupostos teóricos e metodológicos sobre QSC e perfis conceituais, discutiremos a importância que a constituição de contextos em sala de aula assume na emergência de diferentes modos de pensar quando questões sociocientíficas são abordadas.

Nosso objetivo é identificar relações entre modos de pensar, formas de falar e contextos que emergem na discussão de questões sociocientíficas. De forma mais específica, nos propomos a analisar compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos implicados na heterogeneidade dos modos de pensar e formas de falar sobre a complexidade do mundo, considerando aspectos contextuais, sociais e culturais inerentes ao estudo de QSC na sala de aula.

Este estudo adota uma abordagem qualitativa, que possui um caráter descritivo interpretativo quanto ao método, à forma e aos objetivos aos quais se propõe, pois considera como fonte direta de dados o ambiente natural no qual se realiza, os sujeitos pesquisados e sua subjetividade como principal preocupação investigativa (ANDRÉ, 2007). Assume assim um caráter descritivo, de enfoque indutivo, estas são características que, segundo Godoy (1995), se constituem como inerentes à pesquisa qualitativa.

De acordo com Bogdan e Biklen (1994), na abordagem qualitativa, o pesquisador tem como objetivo compreender o que os sujeitos do estudo percebem, o modo como interpretam as suas vivências e de que maneira estruturam o mundo social em que vivem. Essa compreensão está associada à imersão do pesquisador na vida, no contexto, no passado e nas circunstâncias presentes que condicionam o problema em estudo e sua delimitação, o que segundo Chizzotti (2006) é de suma importância na pesquisa qualitativa.

O percurso metodológico se subdivide em três momentos distintos, a saber: 1. Delimitação do Campo de Pesquisa e escolha dos sujeitos por meio de um questionário inicial aplicado com

professores da rede pública de Serra Talhada-PE, para identificar potenciais colaboradores ao trabalho a ser desenvolvido; 2. Encontros pedagógicos de orientação e planejamento da SD com o objetivo de elaborar conjuntamente a SD a ser desenvolvida; 3. Aplicação da SD em turmas do Ensino Médio da Rede Pública de Serra Talhada-PE. É importante salientar que todos os participantes dessa investigação (professores e estudantes) receberam um Termo de Livre Esclarecimento e Consentimento (TCLE) informando aspectos, objetivos e etapas da investigação e foram convidados a caso aceitassem participar a assinar o TCLE. O modelo de TCLE entregue aos professores e aos estudantes encontra-se nos apêndices.

5.1.Delimitação dos sujeitos e do campo de pesquisa

Considerando as especificidades da nossa proposta investigativa e os aspectos pedagógicos que subsidiam a elaboração de estratégias didáticas na abordagem de QSC, discutidos no capítulo 2, a escolha dos sujeitos e do campo de pesquisa não poderia ocorrer de forma aleatória. Nessa perspectiva, tomando como referência a proposta de *design* e implementação de uma educação baseada em QSC (SADLER, 2011) buscaremos a partir dos elementos teóricos descritos pelo autor, delimitar nossos sujeitos e o campo de pesquisa de forma a validar a abordagem desenvolvida nesse estudo. Consideraremos como elementos norteadores dessa fase da pesquisa: os atributos essenciais dos professores (SADLER, 2011), como por exemplo, estar familiarizado com as questões que estão sendo consideradas, disposto a lidar com as incertezas e a posicionar-se não como autoridades exclusiva; e do ambiente de sala de aula (SADLER, 2011), como por exemplo, ser um ambiente de participação, colaboração, interação e respeito, no qual os estudantes sintam-se seguros em opinar.

Buscando atender os atributos essenciais dos professores (SADLER, 2011) elaboramos um questionário aplicado com os professores de Química da rede pública de ensino de Serra Talhada-PE. Inicialmente, por meio do site do SIEPE, buscamos mapear as escolas estaduais de Serra Talhada-PE que atendiam ao público alvo de nossa pesquisa (professores e estudantes do Ensino Médio) e identificar potenciais professores colaboradores.

O quadro 6, apresenta os resultados desse levantamento preliminar com os dados de identificação das escolas identificadas.

Quadro 6: Mapeamento das Escolas da Rede Pública Estadual de Serra Talhada - PE

IDENTIFICAÇÃO DA ESCOLA
ESCOLA METHODIO DE GODOY LIMA RUA MANOEL ANTONIO DE SOUZA, 735; TANCREDO DE ALMEIDA NEVES. 87 38311954; 87 38313489
ESCOLA TECNICA ESTADUAL CLOVIS NOGUEIRA ALVES RUA IRNERIO INACIO, S/N, VARZEA. 87 38313144; 87 38312611
ESCOLA ANTONIO TIMOTEO AV ANTONIO TIMOTEO DE LIMA, 334, BOM JESUS. 87 38311037
ESCOLA DE REFERENCIA EM ENSINO MEDIO CORNELIO SOARES RUA JOAQUIM GODOY, 339, NOSSA SENHORA DA PENHA. 87 38311352 87 38319307
ESCOLA MANOEL PEREIRA LINS RUA SEVERINO PEREIRA, 1156, ALTO DA CONCEICAO. 87 38317236; 87 38312919
ESCOLA SOLIDONIO LEITE RUA FRANCISCA GODOY, S/N, CENTRO. 87 38312834; 87 38313040
ESCOLA IRNERO IGNACIO-ENSINO FUNDAMENTAL E MEDIO AV WALDEMAR IGNACIO OLIVEIRA, S/N, BORBOREMA. 87 38313582; 87 38311055
ESCOLA DE REFERENCIA EM ENSINO MEDIO PROF ADAUTO CARVALHO AV JOAO GOMES DE LUCENA, 3054, NOSSA SENHORA DA PENHA. 87 38319344; 87 38313334
CENTRO TECNOLOGICO DO PAJEU AV CUSTODIO CONRADO DE SA, 600, AABB. 87 38319303; 87 38319304

Fonte: SIEPE, 2017.

Uma vez realizado esse mapeamento visitamos essas escolas e aplicamos um questionário diagnóstico com os professores de química das referidas escolas que se dispusera a participar. O objetivo da aplicação do questionário diagnóstico nessas escolas era identificar potenciais colaboradores dispostos a vivenciar as atividades de pesquisa e que de alguma forma já desenvolvessem algum trabalho em sala de aula que se aproximasse da proposta didática planejada. No quadro 7, são apresentadas as questões que compuseram o questionário:

Quadro 7: Questionário aplicado aos Professores da Rede Pública de Serra Talhada-PE.

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO	
Nome do professor:	Idade:
Escola campo de Atuação:	
Disciplinas que leciona:	
Turmas:	
FORMAÇÃO	
Qual a sua graduação:	
Possui Pós-Graduação ou Especialização: () sim () não Qual? Onde?	
EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL	
Há quanto tempo você leciona?	

Nessa escola quais as disciplinas e turmas que você leciona?
QUESTÕES
1. Em sala de aula, você aborda temas sociais, ou que tenham importância para a sua região, em seus aspectos ambientais, tecnológicos, científicos, políticos ou éticos? Como? Dê exemplos?
2. Com que frequência você costuma fazer isso nas suas aulas? Por quê?
3. Qual a importância de abordar articulando aos conceitos científicos questões tecnológicas, sociais, ambientais ou até mesmo do contexto e vivência dos alunos nas aulas? Por quê?
4. Você já ouviu falar sobre a abordagem de Questões Sociocientíficas (QSC) no ensino de Ciências?
5. Em que situação você ouviu falar sobre a abordagem de Questões Sociocientíficas?
6. O que você entende sobre Questões Sociocientíficas?
7. Estaria disposto a aprender mais sobre esse tipo de questões e vivenciar uma experiência de ensino e pesquisa colaborativa em uma de suas turmas do ensino médio?
8. Você conhece o livro didático: “Química e Sociedade” ou “Química Cidadã”? Já trabalhou com ele em suas aulas? Se usou, aponte aspectos positivos e negativos no uso desse livro? O que achou dessa experiência?
Para ilustrar o trabalho com QSC como você se posicionaria em termo do trabalho com essas questões em sala de aula. Considere a seguinte situação e responda sucintamente as questões colocadas:
9. Historicamente o petróleo tem sido mais utilizado como combustível. Porém como é um recurso não renovável, as reservas dessa matéria prima sofrem ameaças de esgotamento. Atualmente, o mercado automobilístico oferece opções de veículos que se movem com diferentes tipos de combustíveis. Joaquim foi a uma concessionária, entre as opções para compra de um carro, havia um com motor <i>flex</i> e outro movido a diesel, além dos carros movidos a gasolina. Construa respostas para as questões abaixo: Qual a melhor escolha para Joaquim? E por quê? Que fatores devem ser levados em consideração no momento da compra? O Etanol e o Diesel são combustíveis que podem substituir a gasolina? Ao procurar uma nova fonte de energia, quais fatores deverão ser analisados?
10. Processos de obtenção de energia têm nas reações de combustão sua principal fonte de calor. Materiais diferentes, quando queimados, fornecem diferentes quantidades de energia. Por isso, ao longo dos tempos, a madeira foi sendo substituída pelo carvão vegetal e este pelo carvão mineral, até se chegar ao petróleo. Considerando esse contexto, como a queima faz o carro se movimentar? Imagine que Joaquim saiu da concessionária com seu novo carro com destino à UAST (distância = 4,4 Km). No caminho, precisou parar para abastecer e foi questionado pelo frentista: “Álcool ou Gasolina?” Considere que o carro de Joaquim faz 10 Km para cada 1L de gasolina e 7 Km para cada 1L de Álcool. Em sua opinião qual é o melhor combustível? Por quê? Por que existe essa diferença de rendimento entre os dois combustíveis?

Fonte: Elaboração Própria

A partir da análise das respostas, buscaremos identificar potenciais sujeitos que se aproximem ao máximo das características e atributos essenciais dos professores (SADLER, 2011) sugeridos na literatura. Dessa maneira, na análise dos questionários elegemos como critérios que nos ajudaram na escolha dos professores colaboradores: a formação específica na licenciatura em química, a experiência profissional com ensino de química na educação básica, algum nível de familiaridade com questões dessa natureza seja de forma teórica ou prática, alguns atributos essenciais aos professores para o trabalho com essa perspectiva de ensino apontados por Sadler (2011) e demonstrar minimamente articulação entre aspectos científicos e sociais quando envolvidos na resolução de questões sociocientíficas com um tema químico social. Com base nesses critérios, dois professores foram escolhidos para participar das etapas posteriores.

5.2. Encontros Pedagógicos de Orientação e Planejamento da SD

Nessa fase, promoveremos três encontros de orientação pedagógica e planejamento da SD. O objetivo foi de estabelecer uma parceria entre a pesquisadora e o professor colaborador visando subsidiar o planejamento da SD e torná-lo exequível em relação às articulações propostas nessa investigação. Nesse planejamento, consideramos como eixo norteador a proposta de *design* e implementação de uma educação baseada em QSC (SADLER, 2011), no que diz respeito aos *elementos do design e experiências de aprendizagem* consideradas essenciais a abordagem de QSC. E também, os pressupostos teóricos do perfil conceitual (MORTIMER, 1996; 2000; 2014 e MATTOS, 2014): a heterogeneidade pensamento e da fala, o contexto e o conceito como objetos complexos e as dimensões epistemológicas, ontológicas e axiológicas do conhecimento a ser abordado.

A proposta inicial é que estes encontros subsidiassem o professor envolvido na pesquisa a elaborar uma SD que aborde questões sociocientíficas de seu interesse e de interesse dos estudantes. Na elaboração da sequência procuramos aproximar os conceitos relativos à química selecionados do contexto social dos estudantes, articulando-os a questões socioambientais e tecnológicas, na tentativa de estabelecer relações entre as discussões feitas em sala de aula com as situações reais que a maioria dos estudantes vivencia. O tema e o conceito a ser abordado foi definido junto com o professor colaborador. No quadro 8, apresentamos um esquema resumido com o programa de atividades que compuseram os encontros pedagógicos de planejamento da SD:

Quadro 8: Programa dos Encontros Pedagógicos de Orientação e Planejamento da SD

Pressupostos teóricos e Metodológicos da abordagem com Questões Sociocientífica na sala de aula
Delimitação do tema, conteúdo e turmas que serão aplicadas.
Estudo de um tema e dos conceitos relacionados à temática em seus aspectos contextuais e sociais buscando pensar em contextos que favoreçam a emergência da heterogeneidade do pensamento e da fala em seus aspectos epistemológicos, ontológicos e axiológicos.
Elaboração da QSC buscando criar instruções em torno de uma questão convincente, de modo, a favorecer processos dialógicos em sala de aula.
Elaboração de atividades que favoreçam o confronto de ideias científicas e teorias associadas à questão considerada.
Elaboração de atividade que envolva os estudantes em processos de argumentação, raciocínio e/ou tomada de decisão.
Elaboração de atividade que envolva coleta e/ou análise dos dados científicos relacionados à questão considerada.
Elaboração de atividade que favoreça a negociação das dimensões científicas e sociais da questão considerada e do contexto de uso de determinadas formas de falar de acordo com seu valor pragmático.

Fonte: Elaboração Própria

Essas atividades foram distribuídas ao longo de três encontros pedagógicos, que ocorreram nos dias 09, 16 e 20 de abril de 2018 em horários flexíveis de acordo com a disponibilidade do professor. No entanto após os encontros, por solicitação dos professores nos reuníamos semanalmente durante o período de desenvolvimento da SD na escola, para estudo dos textos e atividades e adequações necessárias.

Após a elaboração da QSC e das atividades a ser desenvolvidas em uma turma do ensino médio da educação básica, buscamos validar a SD tomando como referência alguns aspectos apontados na literatura, a saber:

- Caracterização das áreas nas quais uma QSC pode se desenvolver: questões sobre a natureza da ciência, questões que favoreçam o discurso em sala de aula, questões culturais ou questões baseadas em casos (ZEIDLER et al, 2005).
- Características que representam potencialmente a natureza de uma QSC (RATICLIFE e GRACE, 2003).
- Características pedagógicas necessárias à abordagem de QSC (SADLER, 2011), mais especificamente, os elementos do design, as experiências de aprendizagem e ambiente da sala de aula.

Com essa caracterização buscamos validar, a questão sociocientífica que será estudada no âmbito das atividades da sequência didática com base nos elementos descritos anteriormente propostos.

5.3. Aplicação da SD em turmas do Ensino Médio da Rede Pública de Serra Talhada-PE.

Essa etapa compreende o momento mais longo da investigação e visa a implementação da SD elaborada pelo professor em colaboração com a pesquisadora nas turmas escolhidas. Foram sujeitos da pesquisa duas turmas do 3º ano do ensino médio de duas escolas públicas de Serra Talhada-PE, nas quais os professores colaboradores trabalhavam. Todas as atividades desenvolvidas durante a aplicação da sequência didática foram filmadas e posteriormente transcritas e analisadas.

Os dados empíricos dessa etapa foram construídos ao longo do desenvolvimento da sequência didática na sala de aula, basicamente no período de 09 de maio a 04 de julho com base

no questionário diagnóstico (apêndice 1) aplicado, no início da SD, com os estudantes e nas vídeo-gravações das aulas.

Embora a aplicação da SD tenha sido realizada em duas turmas distintas, por conta do grande volume de dados, optamos por analisar apenas um dos 3º anos. Escolhemos a turma da professora Jaqueline, considerando que o engajamento e a participação dessa turma se deu de forma mais equilibrada ao longo de todo o processo enquanto que a turma de João não se engajou de igual modo em todas as atividades.

Assim, para análise dessa etapa selecionamos: as respostas do questionário dos estudantes e episódios selecionados das interações discursivas no momento em que as QSC's estavam sendo discutidas pelos estudantes e que pontos de vista diversos sobre a temática associados a processos de tomada de decisão estavam ocorrendo.

Esses dados foram escolhidos, especificamente, para compor o corpus da pesquisa a ser analisado, porque estavam associados aos momentos nos quais o tema e os conceitos eram discutidos com maior possibilidade de emergência de modos de pensar e formas de falar.

5.4. Metodologia para Análise do Questionário Diagnóstico aplicado aos Estudantes

O questionário era composto por nove questões, das quais, duas tratavam especificamente sobre conceitos químicos científicos centrais a compreensão do tema, os conceitos de substância e molécula. E as outras sete questões, buscavam sondar as concepções iniciais sobre o tema escolhido, “Fármacos e a saúde humana” e sua relação com os conceitos trabalhados.

Na análise das questões 1 e 2, que se referiam a conceitos específicos da química, tomamos como referência às zonas do perfil conceitual de substância (SILVA e AMARAL, 2013; SILVA, 2017) e as zonas do perfil conceitual de molécula (MORTIMER, 1997), respectivamente. Acreditávamos que nas demais questões ou nas interações discursivas, de alguma forma esses conceitos seriam aplicados para legitimar as ideias e concepções dos estudantes em relação ao tema e a discussão de QSC's.

Para a análise das demais questões, buscamos discutir as respostas de cada estudante evidenciando concepções e ideias distintas sobre o tema em questão. A discussão toma como referência as ideias científicas que perpassam a questão, no caso conceitos e definições sobre o tema de acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 2010), a Portaria N° 3916/98

da Política Nacional de Medicamentos e outras definições da literatura comparadas com as ideias informais dos estudantes.

5.5. Metodologia para Análise das interações discursivas

Na análise das interações discursivas para a caracterização de modos de pensar, foram analisadas formas de falar dos estudantes, a partir de elementos da semiótica social (LEMKE, 1997), mais especificamente, com a identificação de itens temáticos e relações semânticas presentes nas interações discursivas da sala de aula quando a QSC estava sendo discutida.

Lemke (1997) propõe a construção de diagramas temáticos para representar graficamente o padrão temático produzido por um indivíduo ou grupo de indivíduos nas interações discursivas em sala de aula ou em discursos produzidos sobre um tópico da ciência. Nesse trabalho, não nos atentaremos, de forma específica, a construção de padrões temáticos, mas: a identificação dos itens temáticos e a construção das relações semânticas, estabelecidas entre cada um dos termos que compõem os itens temáticos, buscando caracterizar sentidos e significados atribuídos a conceitos ou termos identificados, a partir das relações semânticas estabelecidas pelos estudantes para cada termo, conceito ou tópico particular.

De acordo com o autor, em um diagrama temático, termos são designados como itens temáticos, que podem ser abstratos, conceituais, e expressos por uma ou mais palavras. Esses itens temáticos estão conectados uns aos outros por meio de relações semânticas. As relações semânticas descrevem como os significados atribuídos a pelo menos dois itens temáticos se encontram relacionados quando eles são usados para falar sobre um tópico particular, e constituem uma generalização das diferentes formas gramaticais de expressar esta relação (LEMKE, 1997; SEPÚLVEDA et al., 2011; RODRIGUES e PEREIRA, 2015).

De forma a subsidiar a caracterização de relações semânticas, Lemke (1990, 1997) apresenta uma lista de relações semânticas mais comuns e o modo como são nomeadas em diferentes teorias semânticas e gramaticais, o quadro 9 apresenta resumidamente as relações semânticas propostas pelo autor.

Quadro 9: Relações Semânticas (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.

Como as relações semânticas propostas pelo autor foram traduzidas da língua inglesa, algumas adaptações foram sendo construídas em diversos outros trabalhos (MUNIZ et al, 2017; SEPÚLVEDA et al., 2011) de forma a atender as peculiaridades da língua portuguesa. Em nossa análise nós apoiamos também nessas relações semânticas, para identificar diferentes modos de pensar sobre os conceitos que emergem no trabalho com questões sociocientíficas e sua relação com contextos.

Dentro do quadro teórico em que estamos trabalhando e das articulações pretendidas consideramos o contexto como uma construção social, histórica e cultural que pode ser compartilhada pela interação social. De acordo com Rodrigues e Mattos (2009), o contexto deve ser considerado como o integrador entre a malha social e o discurso que a engendra. Como aquele que é tecido e ao mesmo tempo tece através da linguagem as relações sociais. Ampliando a perspectiva concebemos o contexto como objeto complexo, por ser ele “aquele que confere vida ao conceito” (RODRIGUES e MATTOS, 2009).

Nesse sentido, reconhecer que é necessário ultrapassar uma cultura da simplificação e do reducionismo em direção a uma “cultura da complexidade”, nos leva a questionar os processos de aquisição de conhecimento e suas relações com as práticas escolares (FARIAS e CARVALHO, 2011). O mundo é complexo, e essa complexidade acaba se integrando à produção de significados e as formas de representar um conceito. Para Flickinger (1994, p. 198):

O processo de produção de significados torna-se, assim, o centro da educação, e não mais a prescrição ou os preceitos voltados aos resultados. As experiências e os sentidos, desse modo, remetem ao universo da compreensão, que requer procedimentos que escapam as regras usuais do jogo científico, visto que se orientam pelas relações sociais, históricas e culturais das pessoas e dos ambientes. A atitude de compreender implica não apenas a buscar sempre novos horizontes de sentido, mas revisar aspectos que não estamos acostumados a lidar em nossas práticas de ensino e pesquisa, forçando-nos a “sair do conhecimento racional-objetificador, no sentido de encontrar seu avesso complementar” (FLICKINGER, 1994, p. 202).

No âmbito dessa dita complexidade, compreender como os seres humanos criam sentidos e como elaboram significados se constitui um grande desafio. A semiótica social (HALLIDAY, 1978; LEMKE, 1989) tem se debruçado sobre as questões que envolvem a criação de sentidos e a construção de significados. Para Lemke (1997):

Fundamentalmente, cada ação se torna significativa quando se insere em algum contexto amplo. Desse modo colocamos cada ação ou evento em muitos contextos com objetivo de dar-lhe um significado. O significado que elaboramos de uma ação ou evento contém as relações que construímos entre estas e seus contextos. Portanto, elaborar significados é um processo de vincular as coisas com os contextos, fazemos com que as ações e os eventos sejam significativos ao contextualizá-los. A mais importante de todas as práticas sociais são as práticas contextualizadoras (LEMKE, 1997, p. 200, TRADUÇÃO NOSSA).

Na semiótica social podem ser identificados e nomeados diferentes classes de contextos, a saber: contexto sintagmático, paradigmático e indexais. O contexto sintagmático pode ser definido como o contexto geral, aquelas unidades globais nas quais qualquer ação (coisa, evento ou palavra) pode ser colocada. No contexto sintagmático procura-se responder questões como: Quais os contextos que podem ser associados às palavras para que tenham algum significado? Que palavras a antecedem ou seguem? Quem disse e a quem disse? Que evento ou atividade estava acompanhando? Que relação existia entre os participantes envolvidos?

O contexto paradigmático se refere ao que poderia ter sido dito, as palavras e ações que poderiam ter tomado o lugar de outras que ocorreram em um determinado contexto sintagmático. No contexto paradigmático procura-se responder questões como: Em que circunstâncias são usadas as palavras normalmente? Que outras expressões poderiam ter sido utilizadas? A forma como o grupo utilizou a palavra/conceito é comum a esse grupo?

E o contexto indexical se referem aqueles contextos sociais que estão associados a alguns padrões de ações compartilhados dentro de uma determinada comunidade, por exemplo, no contexto da sala de aula, há algumas ações próprias ao professor e outras próprias aos estudantes. De acordo com Silva (2016) contextos indexais se relacionam a ideia de que o significado da ação está diretamente relacionado com quem executa a ação, bem como com o contexto ao qual a ação está associada. No contexto indexal procura-se responder questões como: o uso da palavra constitui a forma típica que um grupo social particular utiliza?

Considerando que “a semiótica social é principalmente uma teoria sobre como elaboramos significados e criamos sentidos dentro de um determinado contexto (LEMKE, 1997, p. 198)”, para

analisar os tipos de contextos que emergem nas interações discursivas, recorreremos às ideias de Lemke (1997) para identificá-los e discutir sobre eles.

Essa complexa ligação entre conceitos e contextos abre espaço para pensar a heterogeneidade do pensamento e da fala e refletir sobre a teoria do perfil conceitual e as zonas do perfil que emergem quando contextos específicos são invocados. Então, para compreender as relações que se estabelecem entre a abordagem das Questões Sociocientíficas e a heterogeneidade do pensamento verbal tomamos como referência alguns pressupostos da teoria do perfil conceitual (MORTIMER et al, 2014), para identificar compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos que estão implicados em diferentes modos de pensar, estruturados em zonas de perfis conceituais.

Em síntese, modos de pensar e formas de falar foram caracterizados a partir da identificação de itens temáticos e de suas relações semânticas (LEMKE, 1992). Em seguida cada modo de pensar foi associado aos tipos de contextos de uso ou aplicação para os quais tem valor pragmático, a partir das relações que são estabelecidas em cada classe de contextos (Lemke, 1992) e os compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos identificados nas falas dos estudantes. Assim, buscamos evidências que apontem para o enriquecimento de prováveis perfis conceituais dos estudantes quando diferentes contextos são explorados através da abordagem das QSC.

6. ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo apresentaremos a análise dos dados construídos ao longo das etapas que compuseram essa investigação. Em relação à primeira etapa “delimitação do Campo de Pesquisa” analisaremos os questionários aplicados com professores da rede pública de Serra Talhada-PE para identificar potenciais colaboradores à pesquisa a ser desenvolvida. Os questionários serão analisados considerando o perfil dos professores no que se refere a aspectos pedagógicos que subsidiam a elaboração de estratégias didáticas na abordagem de QSC, a partir de atributos essenciais propostos por Sadler (2011).

Para a análise dos dados referentes à segunda etapa, a dos “Encontros pedagógicos de orientação e planejamento da SD” apresentaremos uma sequência de atividades propostas, buscando validá-las a partir de aspectos pedagógicos (SADLER, 2011) e características (RATCLIFFE e GRACE, 2002) importantes que devem ser incorporados à abordagem de QSC em sala de aula.

E, por último analisaremos os dados da terceira etapa da pesquisa - “aplicação da SD em turmas do Ensino Médio da Rede Pública de Serra Talhada-PE”. Esses dados são importantes, pois nos possibilitam aprofundar a análise e discussão dos diferentes modos de pensar associados a formas de falar que emergem quando aproximamos contextos escolares e extraescolares por meio da abordagem de QSC. Na análise desses dados, especificamente, tomaremos como referência alguns elementos da teoria do perfil conceitual (MORTIMER e SCOTT, 2002; MORTIMER, 2000) e da Semiótica Social (LEMKE, 1997).

6.1. Etapa 1: Delimitação do Campo e Sujeitos de Pesquisa - Análise dos Questionários Aplicado aos Professores

Conforme descrevemos na metodologia, inicialmente mapeamos, usando dados disponibilizados no SIEPE/2017 um conjunto de 9 escolas públicas estaduais em Serra Talhada que ofertavam o Ensino Médio ou Médio/Técnico a estudantes. No entanto, em uma destas escolas, o Centro Tecnológico do Pajeú, obtivemos a informação pela direção atual de que as turmas foram encerradas em 2017 e não estão mais oferecendo vagas, tendo em vista um novo projeto do Ministério da Educação para a instituição que ainda não tem previsão de início.

Nesse caso, visitamos 8 escolas totalizando 12 professores em exercício que lecionam em turmas do ensino médio e fundamental, do turno diurno, distribuídos nessas instituições. Foi apresentado o termo de livre esclarecimento e consentimento e entre os 12 professores apenas uma expressou que não queria participar da pesquisa, justificando que na escola lecionava Química em apenas uma turma do 1º ano do ensino médio e que não se sentia à vontade para participar, pois sua formação era Licenciatura em Biologia.

A análise do questionário foi estruturada em quatro blocos nos quais agrupamos um conjunto de questões semelhantes, a saber:

- Perfil Profissional do Professor: no qual agrupamos dados de identificação, formação e experiência profissional.
- Postura em relação à abordagem de QSC em sala de aula: no qual agrupamos as questões 1, 2 e 3 referentes à inserção de tema/questões sociais e/ou de outra natureza em sala de aula e sua importância.
- Índícios de Familiaridade com QSC: no qual agrupamos as questões 4, 5, 6, 7, e 8 referentes à abordagem de QSC e a disponibilidade do professor em conhecê-las ou se aprofundar em estudos em relação a essas questões.
- Posicionamentos dos professores diante de questões sociocientíficas sobre combustíveis e impactos ambientais. Tratamos duas questões específicas sobre o tema (questões 9 e 10) para que os professores desenvolvessem e se posicionassem. E através dessas questões buscamos identificar *“se o professor estava familiarizado com questões dessa natureza tanto em relação aos conhecimentos científicos relacionados à questão quanto consciente das considerações sociais associadas à questão (SADLER, 2011)”*, que do nosso ponto de vista é um atributo essencial do professor reativo à abordagem de QSC e que consideramos como precursor dos demais elementos pedagógicos que ancoram essa abordagem.

6.1.1. Perfil do Profissional do Professor

Nessa seção construímos o perfil profissional para cada um dos professores com base nas informações obtidas no questionário quanto aos dados de identificação, formação e experiência profissional. Com o objetivo de preservar a identidade dos participantes foram adotados nomes fictícios para cada professor.

O professor Artur, leciona Química na Escola A, tem 28 anos e assume as turmas dos 1º aos 3º anos da referida escola. É bacharel em Química Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e licenciado em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco na Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST), possui mestrado em biodiversidade e conservação também pelas UAST. Em relação a sua experiência profissional, o professor leciona há 1 ano.

A professora Eduarda, leciona na Escola B, tem 26 anos e assume as turmas dos 1º aos 3º anos da referida escola com as disciplinas de Química e Projetos integrados. É Licenciada em Química pela UFRPE/UAST e possui mestrado em Química (incompleto) pela UFRPE campus Recife. Possui 1 ano de experiência como professora.

O professor Antônio, tem 35 anos e leciona na Escola C as disciplinas de: Química, Física e Biologia em turmas do 1º ano do Ensino Médio. É Licenciado em Química pela UFRPE/UAST e mestre em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Tem 10 anos de experiência atuando principalmente em cursinhos pré-vestibulares e 1 ano de experiência na educação básica.

A professora Jaqueline, tem 41 anos e leciona na Escola D, atua nas disciplinas de Ciências do Ensino Fundamental e Química no Ensino Médio, mais especificamente no 7º ano e dos 1º aos 3º anos na referida escola. É bacharel em Química pela UEPB e também é Licenciada em Química pela Faculdade Geremário Dantas do Rio de Janeiro. Possui 15 anos de experiência na educação básica.

A professora Simone, tem 59 anos e leciona na Escola E nas disciplinas de Matemática e Química com turmas do 1º ano do Ensino Médio. É licenciada em Matemática e possui especialização em Docência do Ensino Superior pela Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP). Possui 32 anos de experiência.

A professora Joseane, tem 37 anos e também leciona na Escola E nas disciplinas de Química, Matemática e Biologia em turmas dos 2º e 3º anos do Ensino Médio e também no 1º e 3º módulo da Educação de Jovens e adultos (EJA). É licenciada em Matemática pela Faculdade de Formação de Professores em Serra Talhada (FAFOPST) e possui especialização em Ensino da Matemática também pela FAFOPST. Possui 14 anos de experiência.

A professora Ana Lúcia, cuja idade não foi informada, leciona na Escola F nas disciplinas de Química e Biologia em turmas do 1º aos 3º anos do Ensino Médio. Possui Licenciatura em Ciências com habilitação em Biologia pela Faculdade de Formação de Professores de Arcoverde e

especialização em Ensino de Biologia pela Autarquia de Ensino Superior de Arcoverde – PE (AESA). Possui 10 anos de experiência.

A professora Flávia, cuja idade não foi informada, também leciona na Escola F nas disciplinas de Química e Biologia em turmas do 1º aos 3º anos do Ensino Médio. Possui Licenciatura em Ciências Biológicas, Especialização em Ciências Ambientais pela Faculdade de Formação de Professores de Serra Talhada - Autarquia Educacional de Serra Talhada (FAFOPST/AESET) e Mestrado em Produção Vegetal pela UFRPE/UAST. Possui 4 anos de experiência na educação básica.

O professor João, tem 27 anos e leciona na Escola G nas disciplinas de Química, Ciências e Matemática em turmas 8º e 9º anos do Ensino Fundamental e dos 1º aos 3º anos do Ensino Médio. É licenciado em Química pela UFRPE/UAST e possui Especialização em Ciências Ambientais pela FAFOPST/AESET. Possui 2 anos de experiência na Educação Básica.

O professor Leandro, tem 45 anos e leciona na Escola H assumindo a disciplina de Química na referida escola em turmas do 1º aos 3º anos do Ensino Médio. Possui Licenciatura Plena em Ciências com habilitação em Matemática e Especialização em Ensino da Matemática. O professor não informou as instituições de sua graduação e da especialização. Possui 20 anos de experiência na educação básica.

O professor Gabriel, tem 57 anos e também leciona Química na Escola H. É licenciado em Ciências com habilitação em Matemática e possui especialização em Ensino das Ciências com habilitação em Química realizada na UFRPE campus Recife-PE. Possui 32 anos de experiência. O professor Gabriel expressou ter dificuldades com a escrita e questionou se suas respostas não poderiam ser dadas verbalmente. Dessa forma, considerando a dificuldade do professor gravamos em áudio suas respostas.

Dos 11 professores que responderam ao questionário apenas cinco são licenciados em Química de fato (Artur, Eduarda, Antônio, Jaqueline e João), isso reflete a realidade das salas de aula não apenas do município de Serra Talhada-PE, mas do estado de Pernambuco como um todo. O estado de uma maneira geral apresenta muitos professores que lecionam disciplinas para as quais não foram formados. Esse é um dado alarmante, que apesar de não compor a nossa discussão, abre precedentes para questionarmos: onde estão os licenciados que estão sendo formados? Tendo em vista que atualmente há cursos de licenciatura em Química nas universidades públicas tanto da capital quanto do interior do estado.

6.1.2. Postura em relação à abordagem de QSC em sala de aula

Quanto à postura em relação à abordagem de QSC em sala de aula propomos três questões específicas com as quais buscamos identificar, no discurso sobre a prática do professor, indícios de familiaridade ou inclinação para com a abordagem de temas ou QSC na sala de aula, se de alguma forma o professor abordava questões dessa natureza em suas aulas e a importância que atribuía a esses momentos e atividades. A análise foi feita para cada uma das questões.

- a) Questão 1 – Em sala de aula, você aborda temas sociais, ou que tenham importância para a sua região, em seus aspectos ambientais, tecnológicos, científicos, políticos ou éticos? Como? Dê exemplos?

No quadro 10 apresentamos as respostas dos professores para a questão 1, transcritas exatamente como no questionário por eles respondido:

Quadro 10: Sistematização das Respostas dos Professores a questão 1.

Professor	Respostas
Artur	“Sim. Procuo abordar questões e problemas sociais com ênfase em ciências ou química. Por exemplo: aspectos relacionados à agricultura; fertilizantes e agrotóxicos; a poluição: ar, água e solo; lixo e aterros sanitários; doenças causadas por intoxicação ou envenenamento; guerra e conflitos armados; esgotos e outros. Nesse caso, procuro extrair desses temas discussões que muitas vezes são os alunos que trazem para a sala de aula, abordagens sobre substâncias químicas, composição e concentrações, recursos tecnológicos e tabela periódica.”
Eduarda	“Em algumas aulas eu falo sobre o contexto que o tema da aula se aplica, por exemplo, ao falar sobre propriedades coligativas, tento trazer o cotidiano dos alunos para a aula. Ao explicar sobre o processo de osmose podemos falar sobre o que acontece com a salada, ou a utilização do sal para conservar a carne.”
Antônio	“Sim. A questão da temperatura, a questão sobre aplicativos que utilizam a matéria de Química.”
Jaqueline	“Sim. Aproveito sempre as experiências cotidianas dos alunos tentando fazê-los valorizar os materiais usados no seu dia a dia. Numa aula de indicadores eu costumo trazer suco de repolho roxo para fazer a verificação e peço que os alunos tragam materiais de casa para verificarmos.”
Simone	“Sim. Depende muito do assunto. Usando exemplos do cotidiano como as roupas dos nadadores.”
Joseane	“Sim. Através de debates, aulas expositivas. Reciclagem, alimentação saudável, prevenção de doenças.”
Ana Lúcia	“Sim. Acredito que todos os conteúdos são de relevância para a sociedade, mas na escola, procuro focar na realidade da comunidade. Abordamos a questão do uso consciente dos recursos, da não poluição com lixo, descartáveis, óleo de cozinha. Como exemplo, posso citar a produção de sabão com reutilização de óleo de cozinha que eles coletam em casa.”
Flávia	“Sim. Dentro das aulas sempre debatemos como o assunto que está sendo tratado pode influenciar no nosso cotidiano. No assunto sobre pilhas no 3º ano, falo sobre o descarte correto e os danos causados ao meio ambiente e população se os mesmos não forem destinados no local correto.”
João	“De acordo com a temática dos conteúdos trabalhados sempre que possível o professor (eu) associo o tema-assunto a questões sociais, ambientais, entre outros aspectos, inclusive no que diz respeito à

	região do sertão e nordeste brasileiro. Na disciplina de química no aspecto ambiental, por exemplo, da importância da ciência em nosso dia a dia. Em situações simples como age os gases no ambiente e em produtos comerciais até ao funcionamento ou processo reativo dos alimentos no nosso corpo proporcionando a energia para funções vitais.”
Leandro	“Como professor de Química procuramos contextualizar as aulas de Química com o dia a dia do aluno. Exemplos: reciclagem de óleo de fritura, produção de papel utilizando bagaço de cana-de-açúcar.”
Gabriel	“Sim. Eu tenho um projeto social na escola. Trabalho com os alunos do 3º ano e um assunto que coloco todos os anos é sobre drogas. Então eu trabalho com a parte química, fórmulas. Deixo que eles pesquisem e eles me trazem os resultados através de vídeos, às vezes até com dramatizações. Desde que observei essa questão na escola vejo que esse trabalho que já faço há 4 anos é um trabalho que dá resultado para o jovem não se enveredar pelo uso das drogas. No projeto trabalho drogas lícitas e ilícitas.”

Fonte: Dados de Pesquisa

De acordo com o quadro 10, a maioria dos professores afirma abordar temas sociais em suas aulas apontando exemplos diversos que se ancoram nas concepções que possuem sobre o ensino com temas. A professora Eduarda afirmou que aborda *“em algumas aulas de acordo com o contexto que a aula se aplica”*, e o professor João respondeu que aborda *“sempre que possível”* justificando com alguns temas que podem ser trabalhados.

Nas respostas dos professores ao analisarmos como exemplificam ou descrevem a maneira que ocorre à abordagem de temas em suas aulas percebemos algumas dificuldades na compreensão das características do trabalho com temas sociais e por extensão da abordagem com as Questões Sociocientíficas.

Entre as principais dificuldades identificamos, por exemplo, nas respostas dos professores Eduarda, Antônio, Jaqueline e Simone o fato de **a exploração de temas sociais ser compreendida como exemplificação de fatos ou fenômenos cotidianos**. O professor Antônio, ainda complementa sua resposta apontando para o uso de aplicativos como um recurso interessante para esse tipo de atividades. E, a professora Jaqueline, embora também apresente uma aproximação com a abordagem do cotidiano, apresenta um diferencial em relação aos outros, pois em sua resposta, aparecem indícios de que os fatos e fenômenos do cotidiano são usados **como estratégia de ensino para aproximar conceitos e temas sociais** *“a partir das experiências dos alunos”*, a resposta da professora parece não se restringir apenas a exemplificação.

Outra dificuldade identificada quanto à compreensão das características do trabalho com temas está presente na resposta do professor Leandro quando aponta para um trabalho com a **contextualização articulada ao dia a dia dos estudantes, porém, restrita à dimensão procedimental que compõe o tema**, através das atividades práticas de “reciclagem de óleo de

fritura e produção de papel utilizando bagaço de cana-de-açúcar” exemplos apontados pelo professor para o trabalho com temas. Pela resposta do professor não há como prever o modo com que temas e conteúdos foram explorados e qual o papel dessas atividades práticas para a problematização desses temas que não foram sequer explicitados.

Os professores Artur, Joseane, Ana Lúcia, Flávia, João e Gabriel, apresentam exemplos da inserção de temas em suas aulas de forma mais convincente indicando uma maior familiaridade com o trabalho através de temas sociais. E o professor Gabriel, apresenta um diferencial em relação aos demais, pois trabalhou a inserção do tema social a partir de uma perspectiva que se aproxima de um ensino por projetos.

Para compreender melhor como ocorre a inserção desses temas nas aulas e com que frequência tais atividades são propostas pelos professores procedemos a análise da questão 2.

b) Questão 2 - Com que frequência você costuma fazer isso nas suas aulas? Por quê?

No quadro 11 apresentamos as respostas dos professores para a questão 2, transcritas exatamente como no questionário por eles respondido:

Quadro 11: Sistematização das respostas dos professores à questão 2.

Professor	Respostas
Artur	“Acredito que em todas as aulas, pois, estou e busco sempre para melhores entendimentos e aprendizagens dos fatos e fenômenos do cotidiano.”
Eduarda	“Às vezes. Sempre que o tema trabalhado pode ser relacionado com um fato cotidiano.”
Antônio	“Em todas as aulas eu costumo relacionar o conteúdo abordado com temas relacionados com o meio ambiente ou tecnológicos. Pois tenho convicção que o aluno absorve melhor o conteúdo. E aqui na escola já trabalhamos projetos.”
Jaqueline	“Sempre. O ensino da Química e das ciências como um todo deve ser colocado para o aluno de forma que ele entenda sua participação como agente transformador do seu meio e de que modo essa disciplina o ajudará a fazer isso.”
Simone	“Sempre que o assunto permite ou quando os estudantes falam.”
Joseane	“Depende do componente curricular”
Ana Lúcia	“Sempre. Não há como fugir dessas questões, enquanto professora, minha função é levantar esses questionamentos para fazer com que os alunos entendam a importância deles.”
Flávia	“Sempre. Acredito que essa atitude ajuda na formação de um cidadão consciente.”
João	“Na medida em que determinado conteúdo exigir, bem como quando se faz necessário a uma melhor contextualização dos conteúdos trabalhados nas respectivas turmas.”
Leandro	“A contextualização possibilita a aprendizagem do aluno, constantemente fazemos aulas práticas de laboratório.”
Gabriel	“Sempre faço em uma fase do ano. normalmente com uma culminância desse trabalho com o projeto. Trabalhamos nesse projeto com os 3º anos e convidamos os alunos do 1º ano para assistir as aulas e depois fazemos uma culminância geral no pátio da escola. As vezes conseguimos trazer convidados

	da sociedade que se dispõe a participar, como em anos anteriores que trouxemos: bombeiro, guarda rodoviário federal e policial militar. Eles dão exemplos, mostram principalmente o lado negativo das drogas porque não vejo nenhum lado positivo relacionado as drogas. Fazemos esse projeto porque a questão das drogas é um problema da sociedade em geral, e o adolescente é muito influenciável, por essa razão trabalhamos esse tema com mais intensidade porque eu poderia ficar só restrito ao conteúdo, mas acho importante.”
--	--

Fonte: Dados de Pesquisa

De acordo com o quadro 11, cinco professores (Artur, Antônio, Jaqueline, Ana Lúcia e Flávia) responderam que sempre trabalham com temas ou questões em sala de aula seja para facilitar “*o entendimento e aprendizagens*” (professor Artur), porque acreditam que dessa forma os alunos “*absorvem melhor ao conteúdo*” (professor Antônio), ou para fazer com que os alunos “*entendam a importância deles*” (professora Ana Lúcia). Nessa questão, as respostas das professoras Jaqueline e Flávia nos chamam a atenção porque apontam para um dos objetivos da abordagem com QSC: a formação para a cidadania ou nas palavras da professora Jaqueline o “*aluno como agente de transformação do seu meio*”. De acordo com Ribeiro e Darsie (2013, p. 2), os temas sociais podem ser discutidos em sala de aula de tal maneira a conduzir a formação da cidadania e, dessa forma, ressaltar a utilidade e importância dos conhecimentos científicos.

Os demais professores não demonstram em suas respostas que abordam com certa frequência temas sociais em suas aulas e, porém, não justificam o porquê. Conforme o quadro 26, os professores Eduarda, Simone, Joseane e João responderam que trabalham às vezes, dependendo do conteúdo ou sempre que o conteúdo “*exigir algum tipo de contextualização*” ou “*puder ser relacionado com algum fato cotidiano*”. É interessante perceber que principalmente nas respostas da professora Eduarda há indícios de uma compreensão na qual a abordagem de temas sociais ou mesmo de QSC em sala de aula tem haver explicitamente com abordagem do cotidiano ou parece estar reduzida a esta. O professor Gabriel respondeu que aborda um tema específico em uma fase do ano através do projeto sobre drogas que desenvolve na escola justificando que “*esse é o problema social que atinge aos adolescentes e jovens que, segundo o professor, são influenciáveis necessitando de orientação*”. Já o professor Leandro responde que frequentemente utiliza aulas práticas de laboratório e que a contextualização possibilita a aprendizagem dos alunos. Essa resposta endossa que a compreensão desse professor é de uma contextualização articulada ao dia a dia dos estudantes, porém, restrita à dimensão procedimental que compõe o tema. Essa compreensão pode refletir uma dificuldade com a abordagem de QSC e com as atividades

planejadas posteriormente, pois estas podem reduzir-se a atividades experimentais sem que o tema ou questão seja problematizado de fato.

Para compreender melhor qual a importância que os professores atribuem à articulação entre temas ou questões sociais, tecnológicas e/ou ambientais e os conceitos científicos e como justificam tal importância procederemos a análise da questão 3.

- c) Questão 3 - Qual a importância de abordar articulando aos conceitos científicos questões tecnológicas, sociais, ambientais ou até mesmo do contexto e vivência dos alunos nas aulas? Por quê?

No quadro 12 apresentamos as respostas dos professores para a questão 3, transcritas exatamente como no questionário por eles respondido:

Quadro 12: Sistematização das Respostas dos Professores a questão 3.

Professor	Respostas
Artur	“A facilidade e melhoria do entendimento, pois tais questões geram curiosidade e despertam discussões proveitosas.”
Eduarda	“Abordar a vivência do aluno em sala de aula faz com que as aulas se tornem mais interativas devido à participação dos alunos.”
Antônio	“Fora da sala de aula não encontramos as ciências separadas. Por isso, gosto de exemplificar.”
Jaqueline	“É de total importância para estimulá-los a busca pela pesquisa.”
Simone	“Estamos vivendo em meio as tecnologias, sempre que possível temos que abordar esses temas.”
Joseane	“É de fundamental importância para que o estudante se torne um cidadão consciente.”
Ana Lúcia	“Os alunos precisam saber que o conteúdo abordado, tem vários aspectos e todos estão interligados, nada foge do contexto socioambiental. Eles percebem que a aplicação correta e também o entendimento dos conceitos científicos, são base para a aplicação no seu meio.”
Flávia	“É bastante importante, pois essa metodologia leva os alunos a refletirem e compreenderem que eles fazem parte de um todo que também depende dele, e o que ele faz não prejudica só a si.”
João	“A importância é formar com o objetivo de educar o aluno a ser o futuro cidadão – agente em todo o contexto cotidiano que a vida proporcionar sua manifestação pessoal. Também sua atuação e contribuição para uma melhor utilização da ciência em sua vida e no seu contexto social.”
Leandro	“As questões tecnológicas são práticas comuns na vida do aluno de hoje, temas ambientais são trabalhados em quase todas as disciplinas da nossa escola, como desmatamento, poluição das águas, preservação da natureza como um todo.”
Gabriel	Essa questão da tecnologia também é importante porque quando faço essas atividades com o projeto eu os deixo bem à vontade para pesquisarem e o uso da tecnologia eu deixo a critério deles. Eles podem fazer do jeito mais moderno que acharem e conseguirem trazer.

Fonte: Dados de Pesquisa

Nas questões anteriores, todos os professores participantes declararam em sua resposta que abordam questões e temas sociais em suas aulas sejam em menor ou maior frequência. E, de acordo

com as respostas do quadro 12 todos consideram importante a abordagem de tais questões. Ainda que não tenham conseguido se expressar concretamente quanto à forma didática como isso ocorre em suas respectivas salas de aula, em suas justificativas quanto ao porquê, consideram tal abordagem importante, eles indicam: a curiosidade, participação dos alunos (aulas mais interativas), discussões proveitosas, a questão da cidadania e a presença de tais questões sejam no dia a dia dos alunos, sejam em contextos sociais e/ou ambientais.

Embora exista certa consciência quanto à importância da inserção dessas questões em sala de aula, isso por si só não é suficiente para tornar efetivas ações dessa natureza na sala de aula. Isso pode ser evidenciado em algumas respostas às questões 1 e 2, que revelaram por parte de alguns professores dificuldades em lidar ou expressar ações didáticas efetivas da sua prática no trabalho com tais questões.

Em síntese, a análise desse bloco de questões nos permite inferir indícios de um discurso pontual em uma ou outra resposta dada pelos professores de uma maneira geral. Porém identificamos maior familiaridade com os objetivos e características da abordagem de temas e questões sociocientíficas, sobretudo, no que diz respeito à formação crítica e cidadã nas respostas dos professores: **João, Jaqueline e Flávia** que foram congruentes quanto a importância que esses professores atribuem à inserção de tais questões em sala de aula. Os demais professores embora apresentem uma consciência quanto à importância da abordagem de tais temas expressaram em suas respostas algumas dificuldades ora em relação às características da abordagem com temas químicos sociais apresentando ideias restritas ao cotidiano ou a práticas experimentais, assim como, apresentaram dificuldades em expressar de forma específica: temas, estratégias, atividades realizadas em sala de aula ou os objetivos formativos dessa abordagem.

Partindo do pressuposto de que as percepções dos professores a subsidiam, porém, não tornam efetiva a abordagem de temas e questões sociocientíficas em sala de aula, buscamos no próximo bloco de questões compreender de alguma forma se os professores estavam familiarizados com essa abordagem, se já haviam ouvido falar sobre essa temática ao longo de sua formação ou em outras situações. Na sequência apresentamos os resultados dessa análise.

6.1.3. Indícios de Familiaridade com QSC

Quanto aos indícios de familiaridade em relação à QSC propomos cinco questões específicas buscando identificar se o professor conhecia a abordagem ou algum material didático que se

aproximasse da proposta e o que entendiam sobre QSC. Analisamos conjuntamente as questões 4 e 5, e depois separadamente as questões 5 e 6.

- d) Questão 4 – Você já ouviu falar sobre a abordagem de Questões Sociocientíficas (QSC) no ensino de Ciências? E, Questão 5 – Em que situação você ouviu falar sobre a abordagem de Questões Sociocientíficas?

Sadler (2011) aponta como um dos atributos necessários ao professor no trabalho com QSC a questão de ser “*honesto sobre suas limitações de conhecimento*”. Assumir suas limitações não é uma tarefa fácil para qualquer professor. Entre os 11 professores participantes, 7 professores (Artur, Eduarda, Simone, Joseane, João, Leandro e Gabriel) assumiram “não ter ouvido falar sobre QSC”, no entanto o professor João expressou que embora não tivesse ouvido falar, acreditava que esse conceito estava inserido nas abordagens de alguns professores de maneira natural.

Três professores não assumiram efetivamente se conheciam ou não a abordagem respondendo: “*não nesses termos*” (Ana Lúcia e Flávia), ou ainda, “*Posso ter ouvido, mas creio que não como QSC*” (Antônio). Apenas o professor Antônio explicitou a situação em que havia ouvido falar, de alguma forma, sobre essa abordagem indicando como fonte: jornais e artigos. Somente a professora Jaqueline afirmou já ter ouvido falar dessa abordagem especificando que foi em um grupo de estudos com uma professora da UAST há cerca de 1 ano.

Como podemos perceber a abordagem de QSC ainda é pouco conhecida pelos professores em exercício de Serra Talhada-PE, possivelmente pelo fato de que essa é uma discussão recente nos cursos de formação de professores na área de ciência, e de Química e também porque nem todos possuem formação específica na área.

Embora nem todos tivessem ouvido falar sobre a abordagem, a maioria procurou explicitar o que entendia sobre o termo. Na sequência apresentamos a análise das respostas para essa questão.

- e) Questão 6 – O que você entende sobre Questões Sociocientíficas?

De acordo com Sadler (2004), Questões Sociocientíficas (QSC) são questões sociais controversas que têm relações conceituais e/ou processuais com a ciência e podem ser caracterizadas como problemas abertos sem soluções claras, ou que tendem a ter múltiplas soluções

plausíveis. Segundo o autor, respostas ou soluções para QSC podem ser informadas pelos princípios da ciência, teorias e dados, no entanto, não podem ser totalmente determinadas pelas considerações científicas (SADLER, 2011). Pode-se considerar que as QSC trazem dilemas e problemas que para serem resolvidos sofrem influência de diversos fatores: sociais, econômicos, políticos e éticos.

No quadro 13 apresentamos as respostas dos professores para a questão 6, transcritas exatamente como no questionário por eles respondido:

Quadro 13: Sistematização das Respostas dos Professores a questão 6.

Professor	Respostas
Artur	Devem ser assuntos ou conceitos relacionados da sociedade e do cotidiano que se baseiam ou utilizam aparatos científicos para sua explicação.
Eduarda	Acredito que sejam fatos que permitam usar o conhecimento científico para resolver questões sociais, problemas da sociedade em que o aluno está inserido.
Antônio	Creio que seja uma questão social que tenta abordar o foco químico.
Jaqueline	São questões que alinham o senso comum e a ciência, buscando trazer para o aluno que a Química retrata em seus conceitos e teorias o mundo no qual vivemos.
Simone	Não conheço o tema.
Joseane	Não tenho conhecimento do conteúdo.
Ana Lúcia	São questões ligadas às formas de vivência e aplicação do conhecimento científico à vida social, não é algo fora da realidade, vivenciado apenas em laboratórios e por cientistas, mas tudo que faz parte do cotidiano, que altera, modifica, melhora, beneficia a vida de qualquer cidadão comum.
Flávia	São questões que abordam tanto o social (o meio em que o aluno está inserido) quanto o científico, e que através dessas questões é possível unir duas áreas de conhecimento de suma importância para o aprendizado.
João	São abordagens ou situações envolvendo aspectos científicos no cotidiano da sociedade de modo localizado, levando em consideração as características locais e sociais. As questões sociocientíficas seriam com o intuito de solucionar problemas do dia a dia para o desenvolvimento da sociedade, da tecnologia e da ciência.
Leandro	A contribuição da ciência no mundo atual. Os fatores positivos e negativos que a ciência contribui.
Gabriel	Não me aprofundi sobre isso.

Fonte: Dados de Pesquisa

De acordo com as respostas apresentadas no quadro 13, diferentes sentidos são atribuídos à QSC embora muitos desses professores tenham declarado na questão anterior não conhecer a abordagem, a maioria buscou, ainda que intuitivamente, responder a questão. Entre as respostas dos professores em relação ao que entendiam sobre QSC identificamos *uma visão simplista sobre QSC*, na resposta do professor Antônio, na qual tais questões são apresentadas unicamente como estratégia para abordagem dos conceitos Químicos.

Na resposta do professor Leandro, identificamos *QSC como estudo das contribuições da ciência no mundo e suas implicações positivas e negativas*, essa pode ser caracterizada como uma

resposta generalista da abordagem de QSC na sala de aula, à medida que não incluem os dilemas e problemáticas envolvidos no estudo de QSC e as influências de diversos fatores: sociais, econômicos, políticos e éticos.

Uma *visão pragmática utilitaristas das QSC*, nas respostas de Artur, Eduarda e Ana Lúcia, na qual a QSC é definida como assuntos, conceitos ou situações que se baseiam na ciência para sua explicação ou resolução, ou seja, como ciência aplicada ou para explicar fatos e fenômenos do cotidiano e da sociedade sem que haja de fato algum tipo de problematização sobre a relação entre temas e conteúdos. *QSC representadas como situações complexas*, identificados nas respostas das professoras Jaqueline e Flávia na qual os temas e questões extrapolam uma visão meramente cientificista e que nessa perspectiva se alinham a outras formas de conhecimento e representações disciplinares ou não.

Na resposta do professor João, temos um híbrido entre *QSC representadas como situações complexas* quando o professor aponta que “*são situações que envolvem aspectos científicos no cotidiano*”, mas também “*leva em consideração a características locais e sociais*”. Nesse trecho o professor não se limita apenas aos aspectos científicos, mas a outros aspectos mais amplos caracterizando a complexidades dessas questões na realidade. E também, identificamos na resposta desse professor uma *visão pragmática utilitaristas das QSC*, quando o professor aponta que: “*as QSC seriam com o intuito de solucionar problemas do dia a dia para o desenvolvimento da sociedade, da tecnologia e da ciência*”.

Já os professores Simone, Joseane e Gabriel preferiram não elaborar uma resposta declarando não conhecer sobre o “assunto” ou não ter se “aprofundado”.

De forma geral, as questões sociocientíficas abrangem os dilemas sociais com vínculos conceituais ou tecnológicos com a ciência, mas que não se restringem unicamente a ela como no cientificismo. O processo de resolução dessas questões é melhor caracterizado pelo raciocínio informal que descreve a geração e avaliação de posições em resposta a situações complexas (SADLER, 2004). No raciocínio informal as dimensões éticas, políticas, ideológicas e muitas outras são consideradas refletindo a complexidade do mundo e as representações individuais e coletivas do ser humano.

As respostas dos professores evidenciam pouca familiaridade com a abordagem de tais questões, pois revelam aproximações superficiais com o que de fato consideramos como QSC quanto aos aspectos amplos que esses dilemas sociais abrangem quando problematizados. Embora

as repostas não definam com clareza o que são QSC, as respostas dos professores **Jaqueline, Flávia e João** nos chamam a atenção seja por contemplarem em parte a complexidade inerente a tais questões ou como no caso de João, incorporar de forma complementar um **caráter pragmático à essas questões**.

De certa forma já era esperado que na expressão dos professores algumas fragilidades aparecessem, sobretudo em relação a sua formação quanto à abordagem de tais questões. Assim, perguntamos sobre a disponibilidade desse professor para se envolver com um trabalho colaborativo junto à pesquisadora, na perspectiva de aprender sobre QSC e vivenciar uma experiência de ensino e pesquisa em sua sala de aula. Na sequência apresentamos a resposta para essa questão.

- f) Questão 7 – Estaria disposto a aprender mais sobre esse tipo de questões e vivenciar uma experiência de ensino e pesquisa colaborativa em uma de suas turmas do ensino médio?

Unanimemente os professores se mostraram dispostos tanto a aprender quanto a vivenciar uma experiência de ensino com QSC, respondendo sim para essa questão e se mostrando receptivos à inserção da abordagem em suas respectivas salas de aula.

Considerando que uma das funções do livro didático é a de dar suporte ao processo de ensino e aprendizagem e se constitui um elemento norteador à prática docente, na questão seguinte, perguntamos sobre o livro didático “Química e Sociedade” (Wildson Luiz Pereira dos Santos e Gerson de Souza Mól (Cord.)). O nosso objetivo era conhecer opiniões a respeito do livro, por parte desses professores por ser esse um material que se aproxima da nossa proposta didática para o trabalho com QSC. A análise das respostas para a questão 8 será apresentada a seguir.

- g) Questão 8 - Você conhece o livro didático: “Química e Sociedade” ou “Química Cidadã”? Já trabalhou com ele em suas aulas? Se usou aponte aspectos positivos e negativos no uso desse livro? O que achou dessa experiência?

No quadro 14, apresentamos as respostas dos professores para a questão 8, transcritas exatamente como no questionário por eles respondido:

Quadro 14: Sistematização das Respostas dos Professores a questão 8.

Professor	Respostas
Artur	“Sim utilizei o livro Química Cidadã no Ensino Médio ano passado (2017). Os aspectos positivos são os temas e os textos interdisciplinares e de abordagem do cotidiano que promoviam reflexões sobre a ciência e sobre a Química relacionando, assim, com o conteúdo a ser dado em sala de aula. Além disso, promovia reflexões aos alunos sobre o tema ou conceito trabalhado sem necessariamente oferecê-lo, entregá-lo propriamente ou dizê-lo. Os aspectos negativos eram longos textos ou textos excessivos, definições dos conceitos ausentes ou subentendidos, poucos exercícios e práticas laboratoriais ausentes.”
Eduarda	“Não.”
Antônio	“Não.”
Jaqueline	“Não conheço.”
Simone	“Não.”
Joseane	“Conheço o Química Cidadã, trabalhei com ele em anos anteriores. Positivos: temas em foco, que aborda questões de fácil compreensão para o estudante, onde podemos abordar questões vivenciadas no cotidiano. Aspectos negativos: os conteúdos didáticos são extensos e trazem poucos exemplos.”
Ana Lúcia	“Sim, conheço os dois livros, e já trabalhei com os dois. Aspectos positivos: na abertura dos capítulos têm textos complementares com QSC's muito relevantes, fazendo com que o aluno pré-conceitue ou pré-entenda que ele é protagonista do assunto que virá. Experimentos; linguagem acessível. Aspectos negativos: exercícios muito complexos.”
Flávia	“Sim já trabalhei com o Química Cidadã. Aspectos positivos: abordagem do contexto social, sugestões de práticas acessíveis a nossa realidade e textos que além de interessantes tem grande relevância científica. Aspectos negativos: exercícios complexos.”
João	Eu conheço os dois livros. Já trabalhei com o Química Cidadã. No entanto, considero que o mesmo apesar de abordar aspectos importantes da Química no contexto social, o discurso e a abordagem é prolongado para falar de um conteúdo que também poderia ser abordado de maneira simples. Acho que a experiência não foi muito proveitosa por haver textos longos que no final não atendiam aos objetivos do currículo cobrado pelo estado de Pernambuco.”
Leandro	“Sim, conheço o Química e Sociedade. É um livro que foge um pouco dos conteúdos propostos para o ensino médio; o mesmo não apresenta uma certa ordem e organização dos conteúdos. Agora é um livro que apresenta muitos textos é bem contextualizado. No momento da escolha dos livros para a escola analisamos esse livro e resolvemos não utilizar.”
Gabriel	“Não.”

Fonte: Dados de Pesquisa

De acordo com o quadro 14, cinco professores declararam não conhecer os livros “Química e Sociedade” ou “Química cidadã” enquanto dos outros seis professores que declararam conhecer o material didático, a maioria conhecia a versão mais recente do livro dos autores o “Química cidadã”. Embora, a professora Jaqueline tenha declarado no questionário não conhecer nenhum dos livros mencionados, no momento posterior de formação, lembrou que conhecia o “Química e Sociedade” e que já havia trabalhado com o material em uma das escolas que leciona em que recebeu o livro.

A análise das respostas desses professores indica a existência de uma tensão entre a vontade de adotar mudanças em suas estratégias se aproximando do que é indicado pelo referido livro e as dificuldades em desenvolver práticas diferenciadas das convencionais.

Conforme podemos observar o professor Artur já utilizou o livro *Química Cidadã* e elencou como aspecto positivo: os temas e textos interdisciplinares, a abordagem do cotidiano, e o fato das reflexões sobre os temas ou conceitos não ser entregues aos alunos de maneira pronta e acabada. Porém, como aspecto negativo o professor aponta a extensão e o excesso desses textos, definições dos conceitos ausentes ou subentendidos, poucos exercícios e práticas laboratoriais ausentes. É interessante perceber nessa resposta que ora o professor apresenta aspectos inovadores do livro didático como positivos e ora os considera como aspectos negativos, o que pode indicar certa tensão entre aceitar mudanças educacionais dessa natureza. Quanto à questão da experimentação, que segundo professor é ausente no livro, percebemos um equívoco nessa resposta, tendo em vista que o livro *Química Cidadã* apresenta uma seção intitulada “Ciência na escola” na qual são desenvolvidos experimentos, segundo os autores dos livros:

Essa seção do livro envolve atividades práticas de observação e coleta de dados. A estruturação das atividades foi proposta na perspectiva de o estudante explorar o fenômeno para que possa compreender as relações conceituais estabelecidas na sua formalização. Nessa perspectiva, muitas dessas atividades foram desenvolvidas com caráter investigativo, no qual o aluno é estimulado a formular hipóteses. Na introdução do experimento, sempre são apresentadas a explicitação do objetivo da atividade e as condições para sua realização (laboratório, sala de aula, atividade demonstrativa, etc.). (SANTOS e MÓL (Coord.), 2015, p. 45).

O professor Artur tem uma formação técnica muito forte, atuando também como técnico em Química na UAST isso pode ter influenciado em sua declaração quanto à ausência de práticas laboratoriais tendo em vista que no livro a maior parte das práticas pode ser realizada com materiais de fácil aquisição, baixo custo e não necessariamente no laboratório. É possível que na concepção do professor atividades práticas devam ser realizadas sempre com materiais específicos e no laboratório.

A professora Joseane conhece o livro *Química Cidadã* e já fez uso do livro em suas aulas. Apontou como aspectos positivos: os temas em foco, a facilidade de compreensão por parte dos estudantes e questões vivenciadas no cotidiano. Já como aspectos negativos a professora apontou que os conteúdos didáticos são extensos e trazem poucos exemplos. Ao destacar como aspecto negativo a extensão dos conteúdos no livro didático a professora imprime uma preocupação de muitos professores em exercício em relação ao tempo das aulas e ao número de conteúdos que devem ser apresentados durante o ano letivo os quais serão cobrados na plataforma digital (SAEPE) e que por diversas limitações acabam não sendo apresentados ou o são de forma superficial.

A professora Ana Lúcia foi à única que conhecia e trabalhou com ambos os livros e apontou como aspectos positivos: os textos complementares com QSC's, segundo a professora bastante relevante, o protagonismo que o aluno assume ao longo da abordagem, os experimentos e a linguagem acessível. Enquanto que os aspectos negativos levantados pela professora são: a complexidade dos exercícios. De fato, os livros “Química e Sociedade” e “Química Cidadã” apresentam exercícios diferenciados que não se reduzem a “exercícios que preparam para os antigos vestibulares” com foco na aplicação de fórmulas ou respostas prontas, mas, vão além disso numa perspectiva de formação para a cidadania. Embora o ENEM vem sendo adotado como forma de ingresso na Universidade e suas questões apresentem, na maioria das vezes, essa complexidade, muitos professores mantêm em sua prática os velhos exercícios memorísticos. Quando a professora aponta a complexidade dos exercícios como aspecto negativo pode ser um indicativo de certa resistência à adoção de materiais inovadores, por suas atividades diferirem do padrão convencional de exercícios memorísticos, próprios dos antigos vestibulares.

A professora Flávia conhece apenas o livro Química Cidadã e já o utilizou em suas aulas, destaca como aspectos positivos: abordagem do contexto social, práticas acessíveis e textos interessantes com grande relevância científica. E como aspecto negativo, ressaltou também a complexidade dos exercícios. Assim como no caso da professora Ana Lúcia, essa categorização dos exercícios como complexos e visto como aspecto negativo demonstra certo desconforto em relação às atividades propostas e pode se configurar posteriormente como certa resistência à adoção de materiais inovadores, por suas atividades diferirem do padrão convencional de exercícios memorísticos, próprios dos antigos vestibulares.

As professoras Ana Lúcia e Flávia tem uma formação semelhante e lecionam na mesma instituição, são parceiras em vários projetos na escola com o Programa de Iniciação à Docência (PIBID), o que de certa forma justifica destacarem aspectos negativos semelhantes para o livro.

O professor João conhece ambos os livros, mas, só trabalhou com o Química Cidadã, em sua opinião não foi uma experiência proveitosa. Destacou como aspecto positivo a abordagem de aspectos importantes da Química no contexto social e como aspectos negativos: o discurso e a abordagem prolongada, textos longos que no final não atendiam aos objetivos do currículo cobrado pelo estado de Pernambuco. É interessante perceber que na opinião do professor a utilização do livro não foi proveitosa, sobretudo, porque há por parte do docente a preocupação em atender a demanda burocrática e pedagógica exigida pelo estado de Pernambuco no que diz respeito aos

conteúdos mínimos do currículo. Possivelmente esse professor até reconheça a necessidade de inovação em termos metodológicos, pois aponta como positivo a abordagem de aspectos do contexto social, porém, as exigências burocráticas e pedagógicas sobrepõem à importância que esse professor atribui a práticas e materiais inovadores. Nesse sentido, nos questionamos sobre qual o papel do livro didático nas mudanças curriculares. Talvez em outra situação sem essas pressões a análise desse professor quanto ao livro pudesse ser outra.

O professor Leandro conhecia o livro *Química e Sociedade*, porém no momento da escolha do livro didático para a escola optou por não trabalhar com o mesmo. De acordo com a resposta do professor um dos aspectos positivos do referido livro são os textos bem contextualizados, porém, como aspectos negativos o professor indicou a ordem e organização dos conteúdos, na opinião desse professor o livro *Química e Sociedade* “é um livro que foge um pouco dos conteúdos propostos para o ensino médio”. A resposta do professor Leandro indica resistência à adoção de um material de ensino inovador e possivelmente às mudanças nas estratégias didáticas e no currículo. Mesmo reconhecendo enquanto aspectos positivos os textos contextualizados a opção por não adotar o livro em razão de sua forma de organização dos conteúdos “fugir ao tradicional” revela implicitamente uma concepção de currículo engessado nos moldes tradicionais numa perspectiva propedêutica e conteudista. De fato, o livro *Química e Sociedade* é um livro que foge aos padrões tradicionais, pois:

Além da contextualização social que caracteriza sua abordagem, a obra apresenta outros aspectos inovadores: a inclusão de diversas atividades de construção do conhecimento, muitas das quais envolvendo experimentos investigativos; a abordagem contextualizada dos conceitos químicos; o redimensionamento do conteúdo químico; além de um formato editorial rico em ilustrações vinculadas aos temas abordados. Essas características o diferenciam dos demais livros disponíveis no mercado, conferindo-lhe um caráter inovador, tanto no que diz respeito à forma de apresentação dos conteúdos, quanto à abordagem metodológica e ao formato (CARNEIRO, SANTOS e MÓL, 2005, p.107).

No entanto, diferentemente do professor Leandro, reconhecemos essas características como inovadoras e potencialmente ricas a mudanças nas formas de ensinar e aprender em busca de uma formação mais crítica e cidadã.

De uma maneira geral, entre os professores que conheciam um dos livros ou ambos a abordagem temática e comentários quanto à natureza dos temas predominou como aspecto positivo elencado em grande parte das respostas. As professoras Joseane, Ana Lúcia e Flávia demonstram maior experiência com o livro descrevendo com mais detalhes aspectos de sua composição. É

interessante que o olhar do professor ao analisar aspectos positivos e negativos do livro se volta prioritariamente para a seção “temas em foco” que ora é apresentada como aspectos positivos ora é criticada por apresentar textos longos e/ou excessivos.

Para Carneiro, Santos e Mól (2005) quando os professores expõem esse contrassenso em apresentar ora aspectos inovadores do livro didático de Química como positivos e ora consideravam esses aspectos como negativos, isso nos indica que mudanças educacionais dependem não somente da aceitação de novas propostas, mas do desenvolvimento de novas práticas para com as quais os professores se sintam seguros. Esse novo direcionamento depende não só do professor conhecer materiais e estratégias inovadoras, mas, de sua disponibilidade em aceitá-las e buscar aperfeiçoar-se.

Esse aperfeiçoamento vai à direção de compreender a ciência como empreendimento humano e entender as múltiplas relações do conhecimento científico com outras formas de conhecimento. Segundo Sadler e Zeidler (2009) o principal objetivo da ciência deve ser o de promover as habilidades para compreender os processos utilizados pela ciência, bem como o entendimento dos conceitos científicos. E assim, incorporar a tomada de decisão na vida real aspectos relacionados à ciência e influenciados pelas perspectivas sociais, políticas, econômicas e éticas. Nessa perspectiva, a fim de analisar como em processos de tomada de decisão o professor mobiliza diferentes tipos de conhecimento propomos as duas questões sociocientíficas que serão analisadas na sequência.

6.1.4. Análise quanto às respostas às QSC

Nesse bloco foram apresentadas duas questões nas quais o professor poderia responder mobilizando diferentes aspectos do conhecimento e não apenas os científicos. A temática que perpassava ambas as questões eram sobre “Combustíveis Fósseis e seus impactos ambientais”. Com as respostas desses professores buscamos identificar atributos essenciais do professor (SADLER, 2011) para subsidiar uma educação baseada em QSC, mais especificamente:

- Estar familiarizado com as questões que estão sendo consideradas. E, nessa perspectiva:
 - a. Conhecer sobre o conteúdo científico relacionado à questão.
 - b. Estar consciente das considerações sociais associadas à questão.

Nossa análise para esse bloco de questões se volta de maneira mais específica para esse atributo do professor, pois, consideramos como característica essencial e precursora das demais esse aspecto de conhecer aspectos da ciência implicados na questão e as considerações sociais inerentes à problematização e discussão da questão.

Para Sadler (2011), é de extrema importância que a QSC envolva aspectos científicos e sociais integrados e que o professor que trabalha nessa perspectiva compreenda tanto sua base científica quanto os aspectos sociais, políticos, éticos e outros que se relacionam à questão.

No quadro 15, apresentamos as respostas dos professores para a questão 9, transcritas exatamente como no questionário por eles respondido:

Quadro 15: Sistematização das Respostas dos Professores a questão 9.

Professor	Respostas
Artur	“A melhor opção é o carro a diesel, pois são carros com motores mais leves e o diesel é mais barato. Os fatores que devem ser levados em consideração no momento da compra são: custo-benefício do carro, embora os carros a diesel sejam mais caros, promovem um desempenho maior na estrada. O custo-benefício do combustível: o diesel comparado a outros torna-se mais barato e econômico. A questão ambiental: assim como o etanol, o diesel pode ser produzido de fontes renováveis, como os óleos vegetais. Contudo, todos geram resíduos de carbono (C, CO, CO ₂), o diesel, acredito que seja o que tenha menor teor de octanagem. O álcool e o diesel podem sim substituir a gasolina. Ao procurar uma nova fonte de energia deve ser considerado o custo-benefício, a curto e longo prazo, geração de resíduos, e se esses resíduos são poluentes agressivos ao meio ambiente e ao homem.”
Eduarda	“Economicamente, ele deve escolher com motor <i>flex</i> , tendo em vista que a combustão destes dois combustíveis (álcool e gasolina) produz uma maior quantidade de calor. Ambientalmente essa não seria uma escolha adequada tendo em vista os efeitos da liberação de gases poluentes no meio ambiente. O álcool e o diesel podem substituir a gasolina, mas temos que considerar os custos de produção. Ao escolher uma fonte de energia devemos levar em conta o calor fornecido por sua queima e também o efeito que este traz para o meio ambiente, no entanto, hoje o que determina a escolha, ainda é o preço do mesmo.”
Antônio	“A melhor escolha é o <i>flex</i> , porque pode utilizar tanto a gasolina quanto a álcool. Na compra deve considerar questões sobre a poluição. E sim, o álcool e diesel pode substituir a gasolina. Lembrando que o etanol é mais eficiente. Pois o diesel por conter o elemento químico enxofre, chega a ocasionar um dos problemas ambientais como, por exemplo, a “chuva ácida” $S_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{3(g)}$ ou $SO_{2(g)} \rightarrow H_2SO_4$ ou H_2SO_3 . Na busca por novas fontes de energia devem ser analisados fatores ambientais e ecológicos.”
Jaqueline	“Embora a gasolina seja mais rentável nesse sistema é necessário pensar que precisamos já de energias alternativas e um carro que nos possibilite isso é bem mais vantajoso. Se pensarmos em longo prazo podemos trazer a tona a valorização do etanol visto que somos um país com significativas áreas com plantio de cana de açúcar. Quando se pensa em novas fontes energéticas precisamos considerar clima, localização e mesmo os costumes. Os custos e os possíveis resíduos dessa energia são primordiais.”
Simone	“O motor <i>flex</i> , pois o álcool é retirado da cana de açúcar. Já a gasolina e o diesel são derivados do petróleo.”
Joseane	“O carro <i>flex</i> , porque ele pode optar por um combustível mais barato. Na compra deve ser considerado a questão de o consumidor ter a escolha por tipos diferentes de combustível. O etanol e o diesel podem sim substituir a gasolina. E ao procurar uma nova fonte deve ser considerado o custo para o consumidor, é lógico, as questões ambientais.”
Ana Lúcia	“A melhor escolha é o carro com motor <i>flex</i> . Levando em consideração os fatores ambientais, a opção de usar o etanol como combustível (já que é uma fonte de energia renovável) é mais viável. No

	momento da compra devem ser levados em conta fatores com as questões ambientais (que geralmente ficam em segundo plano) e valores, consumo, desempenho, etc. Para substituir a gasolina eu sou a favor do etanol. Acredito que pode sim haver substituição. Na busca por novas fontes de energia dê-se analisar, prioritariamente se é uma fonte renovável ou não, e se o seu uso vai proporcionar um melhor desempenho do motor do veículo.”
Flávia	“Melhor escolha: <i>flex</i> , porque os fatores ambientais precisam ser levados em consideração. Apesar de o fator financeiro ser o mais levado em consideração, o fator ambiental deve ser o mais relevante. O etanol e o diesel podem substituir a gasolina mesmo sem apresentarem o mesmo desenvolvimento. Ao procurar uma nova fonte de energia devem ser considerados o custo-benefício, os impactos que causarão ao meio ambiente e se a fonte é renovável. ”
João	“Considero que inicialmente compre o carro com motor <i>flex</i> , pois poderia variar quanto à escolha do combustível a utilizar. Os fatores a serem levados em consideração na compra do automóvel além do preço seriam a potência do carro em relação a quantidade de combustível consumida, rendimento por Km percorrido, entre outros. O etanol e o diesel certamente são opções de substituição da gasolina, pois no caso do etanol pelo menos há fontes diversas de obtenção. Os fatores para as novas fontes de energia seriam: viabilidade econômica, rentabilidade de consumo por volume, comportamento do combustível ao carro, nível de poluentes liberados no ambiente.”
Leandro	“Hoje tenho carro a diesel e a gasolina (<i>flex</i>), mas não sei o que é melhor, até porque todos os combustíveis estão muito caros, então hoje não sabemos o que é melhor. Sempre compramos um veículo buscando conforto e economia de combustível. Precisamos hoje buscar o que é melhor para o nosso bolso, pois, ainda não temos nenhuma solução. A solução seria veículos movidos a energia elétrica (baterias recarregáveis) ou água para produzir gás hidrogênio como combustível.”
Gabriel	“O motor <i>Flex</i> porque ele vai ter duas opções de combustíveis e às vezes um está no preço mais acessível e ele tem a opção. De repente, o valor da gasolina está muito alto e o álcool tem uma baixa. Aí vai ser interessante ele estar abastecendo com o álcool por razões econômicas. A economia é um fator primordial. No caso do etanol vejo mais como uma prioridade para substituir a gasolina até porque o etanol é um bem renovável enquanto que a gasolina e o diesel são derivados de petróleo e ao que sabemos um dia pode acabar porque não é um bem renovável. Enquanto o álcool vem da cana-de-açúcar e de outros cereais. Ao procurar uma nova fonte de energia deve ser visto principalmente o lado ambiental porque quando eu faço uso do álcool, eu estou poluindo bem menos, qualquer um derivado do petróleo, principalmente o diesel é o que mais polui.”

Fonte: Dados da pesquisa.

A questão 9 apresenta controvérsias em relação a utilização da gasolina, do etanol e do diesel e abre espaço para discussão de aspectos sociais, políticos, ambientais, éticos, tecnológicos que já compõem essa discussão no contexto nacional. De acordo com as respostas dos professores no quadro 15, duas posições principais foram elucidadas: um professor optou pela compra de um carro a diesel e os demais (10) optaram pela compra de um carro *flex*, cada um deles apresentou justificativas diversas para as questões elencadas.

O professor Artur, optou pelo carro a diesel, segundo ele, pelo motor ser mais leve e o diesel ser mais barato. Destaca em seus argumentos questões como o custo-benefício do carro, custo benefício do combustível e a questão ambiental. Na defesa do diesel como melhor combustível o professor apresenta uma série de informações controvérsias em relação à discussão atual no Brasil sobre o diesel que para serem compreendidas merecem esclarecimentos.

No Brasil, desde 1976 é proibida a comercialização de veículos leves com motores a diesel e embora tenha havido propostas recentes para revogar essa proibição⁷, os impactos ambientais gerados pelo diesel falaram mais alto. Por conta dessa proibição a gama de veículos a diesel à venda no país conta apenas com: crossovers, SUV's, utilitários e picapes, sendo que o modelo mais em conta custa mais de R\$ 100 mil, nesse caso não é um automóvel acessível a todos e o balanço custo benefício não é tão simples de ser equacionado.

De acordo com o relatório da Confederação Nacional de Transporte, elaborado em Brasília no ano de 2012, um dos principais problemas relacionados à utilização do óleo diesel como combustível é o teor de enxofre (S) nele contido. Os óxidos de enxofre, produzidos no processo de combustão dos veículos a diesel, são irritantes e tóxicos para os seres humanos, com sérias consequências, sobretudo nos grandes centros urbanos.

Em 2012, o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), criado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), homologou uma série de ações: foram estabelecidos novos níveis (mais baixos) para a emissão veicular de gases poluentes e novos tipos de óleo diesel com menor teor de enxofre foram produzidos⁸, além da adição de biodiesel ao diesel em proporções crescentes ao longo dos anos. Com essas ações, houve a modernização dos veículos e dos motores a diesel para atender as novas resoluções. Embora essas ações sejam positivas em relação aos seus objetivos, os velhos problemas ainda persistem: o uso do S-10 (10 ppm) nos veículos com motor modernizado se tornou fundamental, no entanto os veículos fabricados antes de 2012 preferencialmente deveriam manter o uso do diesel S-500 (500 ppm) com alta emissão material particulado e óxidos de enxofre. Caso veículos modernos sejam abastecidos com o S-500 ou veículos antigos com o S-10, diversos problemas podem ocorrer: entupimento do catalisador e filtro, aumento do consumo, redução da vida útil do motor, entre outros problemas como aumento da emissão de poluentes no caso do S-500 nos veículos modernos, e não redução da emissão proposta no S-10 caso seja abastecido nos veículos antigos.

⁷ O projeto de lei 84/2015 que libera a fabricação e a venda de carros movidos a diesel havia sido colocado em pauta em junho de 2005 na Câmara dos Deputados, mas, arquivado por conta das questões ambientais que envolvem a liberação do diesel.

⁸ A partir de 2013, o óleo diesel S50 foi substituído integralmente pelo S10 e, em 2014, para uso rodoviário, o S500 substituiu o óleo diesel S1800.

Como podemos perceber essa questão da utilização do óleo diesel no país envolve aspectos políticos que não foram mencionados pelo professor e polêmicas potencialmente interessantes para discussão em sala de aula. A partir dessas informações, observamos na análise da resposta do professor Artur, que havia duas informações divergentes. A primeira que o Brasil produz diesel a partir de óleos vegetais. Na verdade, o diesel no Brasil ainda é produzido a partir de derivados do petróleo, mas, existe no mercado o biodiesel brasileiro que atualmente é uma mistura de 90% de diesel junto a 10% de biodiesel também chamado de óleo diesel B. A segunda informação divergente, diz respeito à octanagem do diesel. Na verdade, não se fala em índice de octanagem no diesel, e sim de cetanagem que mede a qualidade da queima do combustível. Esse índice está relacionado com a velocidade de ignição (período entre o início da injeção de combustível e o início da combustão). O diesel deve queimar o mais rápido possível quando injetado no cilindro.

Na análise da resposta do professor Artur, identificamos: **ideias do senso comum** (custo benefício do carro e do combustível), **informações divergentes** (diesel produzido a partir de óleos vegetais, octanagem do diesel), **ideias científicas** (todos geram resíduos de carbono - C, CO, CO₂) e **aspectos sociais e ambientais** quando aponta os fatores que devem ser levados em consideração na busca por novas fontes de energia (custo-benefício, a curto e longo prazo, geração de resíduos, e se esses resíduos são poluentes agressivos ao meio ambiente e ao homem). O professor Artur parece não estar familiarizado com a questão que está sendo considerada. Do ponto de vista do conhecimento científico relacionado à questão, o professor apresentou ideias científicas muito restritas e informações um pouco equivocadas sobre o tema em questão, principalmente em relação ao debate quanto às emissões de material particulado e enxofre na combustão do diesel. Quanto a estar consciente das considerações sociais associadas à questão, em parte quando aponta o diesel como melhor opção sem considerar os efeitos à saúde humana gerados por esse combustível e os fatores políticos envolvidos nesse debate, o professor demonstra certa ingenuidade. Por outro lado, cita alguns aspectos sociais e ambientais associados à busca por novas fontes de energia e nesse aspecto demonstra sim que está consciente das considerações sociais associadas à questão.

Entre os professores que optaram pelo motor *flex* emergiram justificativas que revelam ideias de natureza diferentes. Na análise da resposta da professora Eduarda, embora ela apresente **ideias científicas** (quantidade de calor, calor fornecido pela queima), essas ideias são apresentadas superficialmente e a justificativa para a escolha quanto ao motor *flex* surge confusa no meio das informações apresentadas pela professora, pois, expressa que economicamente o *flex* é mais viável,

porém, não seria uma escolha adequada tendo em vista os fatores ambientais. Destacam-se na resposta da professora, além das ideias científicas: **questões ambientais** (efeitos da liberação de gases poluentes no meio ambiente) e **fatores econômicos** (custo de produção de novos combustíveis; preço final ao consumidor). A resposta da professora não apresenta uma construção coerente a favor ou contra a decisão pelo motor *flex* apenas traz a tona um conjunto de informações superficiais sobre o tema demonstrando falta de familiaridade com a questão considerada, conhecimentos científicos superficiais quando relacionados à questão abordada. No entanto, a professora demonstra estar consciente das considerações sociais associadas à questão ao citar de forma coerente questões ambientais e fatores econômicos relacionados ao tema.

Na resposta do professor Antônio, identificamos a presença de **ideias do senso comum** (*flex* porque pode utilizar tanto a gasolina quanto o álcool), **questões ambientais** (poluição, problemas ambientais, chuva ácida, fatores ambientais e ecológicos) **informações incoerentes** (etanol é mais eficiente), quando na verdade do ponto de vista energético comparada ao álcool a gasolina é mais eficiente: gasolina $\Delta H^\circ = - 48\ 000\ \text{kJ/Kg}$ e álcool combustível $\Delta H^\circ = - 27\ 000\ \text{kJ/Kg}$ e ainda **ideias científicas** (eficiência energética, formação da chuva ácida: $\text{S}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{SO}_{3(g)}$ ou $\text{SO}_{2(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ ou H_2SO_3). É interessante perceber que em sua resposta o professor recorre a ideias científicas e questões ambientais, mas, essas informações são apresentadas sem que nenhuma relação entre a ciência e o ambiente seja discutida ou apresentada, o que acreditamos pode implicar em sala de aula numa dificuldade em articular temas e conteúdos, por parte desse professor. Em sua resposta, o professor demonstra estar familiarizado com alguns dos aspectos científicos envolvidos na questão quando apresenta equações químicas para descrever a formação da chuva ácida, no entanto há um equívoco que se relaciona aos conceitos de poder calorífico, entalpia de combustão e rendimento energético quando apresenta o álcool como combustível mais eficiente. Isso demonstra dificuldades em lidar com aspectos conceituais quando estes são aplicados a contextos que extrapolam as fórmulas matemáticas do livro didático. Quanto às considerações sociais associadas à questão, o professor demonstra estar consciente quanto a algumas dessas questões, sobretudo em relação a questões ambientais envolvidas no problema.

Na resposta da professora Jaqueline, ela aponta uma alternativa diferente, segundo a professora seria melhor o uso de energias alternativas e um carro que nos possibilitasse tal utilização seria mais vantajoso. Aponta para a valorização do etanol como possibilidade de substituição da gasolina considerando as significativas áreas de plantio para cana de açúcar. A

resposta dessa professora revela **aspectos geográficos** (somos um país com áreas significativas para o plantio da cana de açúcar, clima, localização, costumes), **ambientais** (energias alternativas, valorização do etanol, resíduos) e **aspectos econômicos** (os custos). Embora a resposta da professora Jaqueline enfoque as considerações sociais relacionadas à questão sem necessariamente elencar aspectos da ciência que se relacionem a problemática, nos chama a atenção a interface com outros conhecimentos disciplinares (geográficos) identificados na resposta que podem indicar potencialidade para o desenvolvimento de estratégias interdisciplinares. A professora demonstra estar consciente quanto às considerações sociais da questão, mas, não há indícios em sua resposta de familiaridade com os conhecimentos científicos que poderiam emergir na referida questão. Apesar de não ter mencionado nenhum aspecto da ciência em sua resposta, não podemos concluir que falte a professora os conhecimentos científicos necessários ao debate sobre a questão em sala de aula. Possivelmente, a falta de familiaridade com esse tipo de abordagem e a tendência em separar ciência, das questões sociais e ambientais seja uma barreira que essa professora precise vencer.

A professora Simone, apresentou uma resposta bastante concisa com duas informações principais que julgamos pertencer ao **senso comum** (o álcool é retirado da cana de açúcar. Já a gasolina e o diesel são derivados do petróleo) e não desenvolve ideias ou argumentos sejam eles científicos, econômicos ou ambientais para justificar sua decisão. Dessa maneira, a professora não demonstra estar familiarizada com a questão que está sendo considerada em seus aspectos científicos nem tão pouco em seus aspectos sociais.

A professora Joseane, optou pelo carro *flex* e apresenta em sua resposta **ideias do senso comum** (escolher entre tipos diferentes de combustível), aspectos econômicos (pode optar por um combustível mais barato, custo para o consumidor) e **questões ambientais**. É interessante que nenhuma ideia científica foi apresentada e mesmo quando cita as questões ambientais não explicita claramente exemplos ou situações que emergem dessa discussão sobre a interface meio ambiente e uso de combustíveis.

A professora Ana Lúcia, optou pelo motor *flex*, apresentando em sua resposta **questões ambientais** (opção de usar etanol como combustível, fonte renovável de energia) e **ideias do senso comum** (valores, consumo, desempenho). É interessante que a professora se posiciona a favor do etanol para substituir a gasolina, principalmente por esse ser uma fonte renovável de energia, mas, não desenvolve mais profundamente seu argumento.

A professora Flávia, também optou pelo *flex*, apresentando em sua resposta **questões ambientais** (fatores ambientais, impactos ao meio ambiente, se a fonte é renovável) e **ideias do senso comum** (custo benefício) sem tecer qualquer relação com o conhecimento científico.

Ao analisarmos as três respostas (Joseane, Ana Lúcia e Flávia) observamos semelhanças. Em ambos os casos as questões sociais e o senso comum são os únicos aspectos considerados. Isso demonstra falta de familiaridade por parte dessas professoras com a questão que está sendo considerada tanto em seus aspectos científicos quanto em relação à consciência sobre suas considerações sociais, pois os problemas e questões sociais e /ou ambientais são mencionados superficialmente. Outro fator comum entre essas professoras é que ambas têm formação em Biologia, o que talvez justifique a importância que atribuem às questões ambientais e a falta de tato ao lidar com informações científicas/químicas que poderiam compor a discussão.

Na análise da resposta do professor João, quanto à escolha do carro *flex*, identificamos **ideias do senso comum** (variar quanto à escolha do combustível, potência do carro), **aspectos econômicos** (preço, consumo de combustível, rendimento por Km percorrido, viabilidade econômica), **aspectos científicos** (fontes diversas de obtenção do etanol) e **questões ambientais** (níveis de poluentes liberados no ambiente). Além desses aspectos foram evidenciados outros dois aspectos divergentes dos demais: a rentabilidade de consumo por volume, e o comportamento do combustível ao carro. Esses são aspectos que podem ser explicados tanto pela mecânica do automóvel, quanto pelas leis da termodinâmica e da termoquímica, no entanto o professor faz uma breve alusão a essas informações sem os devidos aprofundamentos. Através da resposta do professor João, percebemos indícios de familiaridade com a questão que está sendo considerada. Em relação ao conteúdo científico relacionado à questão são necessários maiores aprofundamentos de forma que outras relações entre o tema e os conceitos químicos científicos seja melhor explorado. Quanto às considerações sociais associadas à questão, a resposta do professor indica algumas relações dessa natureza o que nos leva a pensar que possui certa consciência em relação a esses aspectos de natureza social e ambiental sobre a problemática.

Quanto ao professor Leandro, apresenta uma resposta de cunho mais pessoal quando afirma que tem um carro "*flex*", mas, não sabe qual a melhor opção. O primeiro ponto a ser considerado na resposta do professor é que ele confunde as opções de combustível do motor *flex* afirmando ser o diesel e a gasolina, o que demonstra a falta de propriedade com a questão apresentada, o que de fato é reconhecido pelo próprio professor em sua resposta. Para além dessa questão, houve a

predominância de ideias que se relacionam aos **aspectos econômicos** (economia do combustível, todos os combustíveis estão muito caros) e ao **senso comum** (conforto), a **avanços tecnológicos** (veículos movidos à energia elétrica (baterias recarregáveis) ou a água para produzir gás hidrogênio como combustível). Através da resposta do professor Leandro a falta de familiaridade com a questão considerada tanto em seus aspectos científicos quanto nas considerações sociais inerentes à questão.

Embora em sua resposta, apresente informações sobre aspectos econômicos e tecnológicos são necessários maiores aprofundamentos quanto aos aspectos da ciência e sua relação com a sociedade. Além da inserção de informações que possui relevância social e ambiental no quadro dessa discussão sobre combustíveis fósseis e impactos ambientais presentes até mesmo na mídia.

O professor Gabriel, ao optar pelo motor *flex*, expressou em sua resposta **ideias do senso comum** (duas opções de combustíveis), **aspectos econômicos** (preço mais acessível: gasolina x álcool, economia), **questões ambientais** (etanol é um bem renovável, lado ambiental, álcool polui menos comparado a combustíveis derivados de petróleo), **aspectos científicos** (gasolina e diesel são derivados do petróleo). Na análise da resposta do professor Gabriel, percebemos pouca familiaridade com a questão considerada quanto a seus aspectos científicos e sociais, pois, as informações apresentadas pelo professor principalmente em relação à ciência/química são superficiais se comparado a gama de conceitos que poderiam emergir. Essa falta de familiaridade em relação aos aspectos da ciência pode estar relacionada à formação do professor, que é em matemática, embora leccione a disciplina de química em turmas do ensino médio.

Em síntese, a análise da questão 9 demonstrou que a maior parte dos professores pode até se mostrar consciente quanto às considerações sociais da questão (Artur, Eduarda, Antônio, Jaqueline), mas o domínio dos conceitos científicos ainda é limitado. Para outros professores (Simone, Joseane, Ana Lúcia, Flávia) a dificuldade foi maior por falta de familiaridade tanto em relação à ciência quanto em relação às considerações sociais inerentes à questão. Apenas o professor João, resguardadas as limitações discutidas na análise da sua resposta, ofereceu maiores indícios de familiaridade com a questão em seus aspectos científicos e sociais.

Ainda em relação a essa sistematização dos diferentes aspectos do conhecimento científico e das considerações sociais envolvidas na abordagem de QSC, procederemos à análise da questão 10. Na questão 10, a controvérsia tratada abordava o seguinte: entre o álcool e a gasolina qual o melhor combustível? Assim, diferentes pontos de vista poderiam ser apontados: o rendimento do

álcool x gasolina, o valor pago por esses combustíveis, o que de fato representaria uma real economia, questões ambientais e outras. No quadro 16 apresentamos as respostas dos professores para a questão 10, transcritas exatamente como no questionário por eles respondido:

Quadro 16: Sistematização das Respostas dos Professores a questão 10.

Professor	Respostas
Artur	“Dentro do motor ocorre compressões e expansões promovidas pelos pistões. Além disso, os carros à gasolina possuem um pistão que promove a geração de faísca dentro do motor, que ao comprimir o combustível, gera a combustão. Assim os gases gerados resultante da queima dos combustíveis movem os pistões e esses promovem o movimento dos outros aparatos/sistemas do carro. Para longas distâncias seria melhor o etanol, por ser mais rentáveis. Para dentro da cidade e percursos curtos, seria melhor a gasolina. Essa diferença de rendimento se dá devido à diferença do teor de octanagem, ou seja, das cadeias variadas de carbonos que são queimadas.”
Eduarda	“O que vai diferenciar o rendimento dos combustíveis é o calor de combustão gerado pelos mesmos. A gasolina libera mais energia que o álcool por isso promove um maior deslocamento, uma vez que o deslocamento (trabalho) é dependente da quantidade de energia aplicada ao sistema. Seu Joaquim, se estiver preocupado com o ambiente deve optar pelo álcool, mas caso pense na economia momentânea deve optar pela gasolina, já que a mesma quantidade de gasolina desloca o carro um percurso maior que a mesma quantidade de álcool.”
Antônio	“A combustão libera calor (reações exotérmicas) que movimentam os pistões dando mobilidade ao carro. Nesse caso, a gasolina. Fator da quilometragem. A diferença creio que seja do calor liberado.”
Jaqueline	“Embora os dois sofram combustão a gasolina libera mais energia no seu processo, mas o etanol também traz a vantagem de ser um biocombustível, o que nos fará ter um resgate do CO ₂ liberado pelas áreas plantadas, podemos assim dizer.”
Simone	“Nesse caso a gasolina.”
Joseane	“O melhor seria o álcool pelo custo e por não poluir como a gasolina. O preço da gasolina torna-se mais caro em consequência de a mesma ser derivada do petróleo, recurso não renovável.”
Ana Lúcia	“O melhor combustível, nesse caso, economicamente falando, é a gasolina, pois rende mais e o desempenho do motor é melhor. Não sei explicar o motivo da diferença, mas o motor não tem um bom desempenho com álcool.”
Flávia	“A gasolina pode ser economicamente mais rentável e também proporcionar o melhor desempenho. Não sei explicar porque existe essa diferença.”
João	“A queima deve proporcionar uma maior liberação de energia que faça o automóvel se movimentar mais eficientemente com pouco material combustível utilizado. No posto a caminho para a UAST o combustível mais eficaz por litro é a gasolina. O que às vezes é levado em consideração é o preço de cada combustível. Pela eficiência de volume consumido por quilômetro rodado a gasolina é o melhor, devido a sua octanagem em produzir maior energia e melhor queima.”
Leandro	“O melhor ainda é a gasolina, pois o álcool apresentando preço menor o seu consumo é maior; seria bom se o preço do álcool apresentasse valor pelo menos menor 60% do preço da gasolina.”
Gabriel	“Acredito que a queima faz o carro se movimentar pela parte mecânica do veículo, gera uma porção de coisas relacionadas com a parte mecânica, que para nós é bem mais profundo. Que é a questão do pistão, que influencia do combustível dar mais velocidade ou menos velocidade num veículo a questão do consumo. Minha óptica é essa. No caso de Joaquim, se o carro dele é <i>flex</i> e ele quer economizar então ele vai abastecer com a gasolina porque vai fazer o percurso maior. Ele vai levar alguma vantagem dependendo dos valores do combustível, porque alguns mecânicos e economistas recomendam que depende do percurso. Porque às vezes a gasolina está mais cara, mas, faz um percurso maior. Assisti uma reportagem com economistas e eles recomendam a gasolina apesar de estar um pouco mais cara ainda é melhor do que o álcool, no caso o <i>flex</i> ainda fica melhor. Mas os mecânicos dizem que o carro <i>flex</i> foi feito para abastecer com os dois. Então não pode ficar só com um tipo de combustível. Periodicamente deve ser colocado, a cada três abastecimentos de gasolina, deve colocar um de álcool. Essa questão da diferença de rendimento vejo pela parte mecânica.”

Fonte: Dados da pesquisa.

Na questão 10, o professor Artur explica com certa propriedade o funcionamento do motor de um carro e como a combustão ao gerar diferentes gases e calor faz com que o automóvel se mova. Na verdade, a partir da conversão de energia térmica em energia mecânica, um detalhe importante que faltou à explicação dada pelo professor. Quanto à escolha sobre o melhor combustível, na situação colocada, o professor pondera apontando que deve se considerar a distância percorrida: “para maiores distâncias o álcool seria melhor, e para menores distâncias a gasolina seria a melhor opção.” Em relação ao rendimento, o professor associa não ao poder calorífico dos combustíveis e sim a diferença da octanagem. Esse é um ponto de vista interessante, no entanto, vale salientar que a eficiência ou o rendimento de um combustível também pode ser avaliado pelo seu poder calorífico, isto é, a quantidade de calor liberada por unidade de massa, e não necessariamente pela octanagem. Justamente, porque a octanagem é a resistência do combustível a altas pressões e temperaturas, isto é, a resistência à detonação espontânea. Nesse caso, as gasolinas de alta octanagem não aumentam a potência/economia porque o poder calorífico é o mesmo para ambas, o que aumenta é o rendimento no motor se este for de alta compressão. Em motores de baixa compressão, a adição de combustível com maior octanagem não haverá nenhum ganho. Como podemos perceber, a resposta do professor revela **aspectos científicos** (a octanagem do combustível, combustão, compressão e expansão de gases no motor, rendimento, cadeias variadas de carbono são queimadas), **aspectos gerais do funcionamento do motor** (compressões e expansões promovidas pelos pistões, pistão que promove a geração de faísca dentro do motor, gases gerados resultante da queima dos combustíveis movem os pistões e esses promovem o movimento dos outros aparatos/sistemas do carro) e **aspectos econômicos** (distância x rentabilidade financeira). Assim, o professor demonstra familiaridade com a questão considerada tanto em seus aspectos sociais quanto científicos, embora, resguardada a discussão sobre a relação da octanagem com o rendimento do combustível e não do motor.

Na resposta da professora Eduarda, evidenciamos **aspectos científicos** (rendimento associado ao calor de combustão, gasolina libera mais energia que o álcool o que contribui para um maior deslocamento, o deslocamento – trabalho - é dependente da quantidade de energia aplicada ao sistema), **aspectos ambientais** (se estiver preocupado com o ambiente deve optar pelo álcool) e **aspectos econômicos** (caso pense na economia momentânea deve optar pela gasolina, já que a mesma quantidade de gasolina desloca o carro um percurso maior que a mesma quantidade de álcool). Na resposta a professora demonstra familiaridade tanto com aspectos científicos quanto

sociais, embora, ao apontar a questão ambiental como algo a ser considerado não se aprofunda na discussão em sua relação com a ciência. Por exemplo, aponta o álcool como uma boa opção considerando a questão ambiental, mas, não explica de fato a razão.

O professor Antônio optou pela gasolina como melhor opção justificando os quilômetros percorridos com 1 L do combustível. Na resposta do professor identificamos apenas os **aspectos científicos** (combustão libera calor - reações exotérmicas, calor liberado) como justificativa para a escolha, no entanto, tais aspectos são tratados superficialmente sem que de fato um argumento mais elaborado justifique a resposta expressa. O que revela por parte desse professor pouca familiaridade quanto ao tratamento dos aspectos científicos quando aplicados a uma questão de caráter sociocientífico. Além disso, os aspectos sociais que poderiam emergir referente à questão, sequer foram mencionados, revelando fragilidades quanto ao tratamento de questões sociais que se relacionam a ciência/química.

Na resposta da professora Jaqueline, percebemos que há um reconhecimento da controvérsia que existe na escolha entre um ou outro combustível. Pois, ao avaliar entre os **aspectos científicos** (a gasolina libera mais energia no seu processo) e as **questões ambientais** (o etanol também traz a vantagem de ser um biocombustível, o que nos fará ter um resgate do CO₂ liberado pelas áreas plantadas) que devem ser levados em consideração no momento da escolha, a professora opta pelo etanol. Embora a resposta careça de um maior aprofundamento que torne mais claros os argumentos expressos, os aspectos levantados pela professora demonstram certa familiaridade tanto com os aspectos científicos ao mencionar a energia liberada no processo de combustão da gasolina como “maior”, quanto com os aspectos sociais por apontar o resgate de CO₂ considerando as áreas de cana-de-açúcar plantadas.

A professora Simone, opta pela gasolina, porém não apresenta nenhuma justificativa. De forma que não é possível inferir sobre como a professora está familiarizada com a questão explorada ou quais aspectos levou em consideração em sua escolha. A superficialidade na resposta da professora demonstra nenhuma familiaridade com a questão abordada tanto do ponto de vista científico quanto social.

Na resposta da professora Joseane, ela opta pelo álcool por conta do custo e por não poluir como a gasolina. Temos nessa resposta **aspectos econômicos** (o preço do álcool e da gasolina) ligados à **ideia do senso comum** que apenas o preço representaria economia e **questões ambientais** (poluição do álcool x gasolina) em evidência. Outra informação que permeia o discurso da

professora e tem um caráter mais científico é o fato de apontar a gasolina como derivada do petróleo que é um recurso não renovável. No entanto, essa informação já é tão vinculada nos meios de comunicação que se tornou um jargão popular às vezes dito sem a compreensão de seu significado. Nesse caso a professora demonstra pouca familiaridade com os aspectos científicos inerentes a questão em foco e ideias pouco fundamentadas quanto aos aspectos sociais presentes.

Na resposta da professora Ana Lúcia, percebemos que ao optar pela gasolina, a professora expressa uma justificativa que converge para **ideias do senso comum** quando aponta a gasolina como melhor opção: “A gasolina, rende mais e o desempenho do motor é melhor. O motor não tem um bom desempenho com álcool.” E reconhece que não sabe muito bem explicar essa diferença de rendimento. O que demonstra falta de familiaridade ao lidar com a questão tanto em seus aspectos sociais quanto científicos.

Na resposta da professora Flávia, identificamos **ideias do senso comum**, pois, ao optar pela gasolina apresenta uma justificativa superficial apontando o combustível como mais rentável e com melhor desempenho, porém, não sabe argumentar o porquê. Possivelmente, essa concepção da gasolina ser mais rentável e possuir maior desempenho compõe o imaginário coletivo e está presente nas propagandas e nos diferentes meios de comunicação. Com essa resposta a professora demonstra nenhuma familiaridade com os aspectos científicos que envolvem a questão e tão pouco com questões sociais que emergem do tema.

Na resposta do professor João, identificamos **aspectos científicos** (maior liberação de energia produzida na queima da gasolina, eficiência de volume consumido por quilômetro rodado, Octanagem) e **aspectos econômicos** (preço do combustível). Em relação à resposta do professor percebemos certa familiaridade tanto com aspectos científicos quanto com os sociais, apesar de nesse último apenas questões econômicas tenham sido levantadas e de forma superficial.

O professor Leandro, traz em sua resposta apenas **aspectos econômicos** envolvidos no tema (o álcool apresenta menor preço, mas, maior consumo). Segundo o professor a opção pelo álcool só representaria de fato uma economia se o preço do álcool apresentasse valor pelo menos 60% menor do que o preço da gasolina. É interessante que esse cálculo matemático que expressa quantos *por cento* o álcool deve ser mais barato do que a gasolina, para representar de fato uma economia para o consumidor, foi bastante explorada pela mídia e essa informação é valorizada por esse professor e ganha significado em sua fala, sobretudo, pela formação matemática que possui. O

professor demonstra de certa forma familiaridade com aspectos sociais que envolvem a questão, mas, não expressou em sua resposta nenhuma familiaridade com aspectos científicos.

Na resposta do professor Gabriel, identificamos **ideias do senso comum** (aspectos mecânicos do carro, abastecer periodicamente com álcool) para as quais não apresenta nenhuma explicação, mais elaborada, e **aspectos econômicos** (gasolina faz um percurso maior, valor do combustível). Assim, o professor demonstra em sua resposta nenhuma familiaridade com aspectos da ciência que envolve a questão, principalmente quando associa “rendimento” do combustível apenas a parte mecânica do automóvel e não a entalpia de combustão, poder calorífico. E ainda, demonstra pouca familiaridade com aspectos sociais ao citar o valor do combustível único critério a ser considerado.

Em síntese, na questão 10, a maioria dos professores não conseguiu articular bem os aspectos científicos e sociais que poderiam ser considerados na questão. Como observamos na análise apenas os professores: Artur, Eduarda, Jaqueline e João conseguiram equilibrar melhor na resposta tanto aspectos científicos quanto sociais. Enquanto que as professoras Ana Lúcia e Flávia expressaram apenas ideias do senso comum, os professores Leandro e Gabriel consideraram a dimensão social da questão apenas relacionada a aspectos econômicos, a professora Joseane considerou apenas aspectos sociais que se relacionam a questões econômicas, ambientais e do senso comum e o professor Antônio considerou apenas a dimensão científica que se relacionava a questão.

Após toda essa análise, escolhemos acompanhar o trabalho com QSC junto a professora Jaqueline, considerando sua formação (Bacharel e Licenciada em Química), o fato da professora ter expressado já “conhecer” a abordagem de QSC por ter participado anteriormente de um grupo de pesquisa na UAST. E, além disso, apresentar em algumas de suas respostas um discurso mais alinhado com a nossa proposta de ensino e pesquisa, bem como familiaridade com aspectos científicos e sociais das questões consideradas.

Também optamos por acompanhar as aulas do professor João (também licenciado em Química), que apesar de não conhecer efetivamente a abordagem de QSC, já havia trabalhado com o livro “Química Cidadã” e declarou que a “experiência não foi proveitosa”. Enxergamos na declaração desse professor o desafio de ressignificar sua experiência com a abordagem de QSC numa prática planejada e orientada com fins de ensino e pesquisa. Além disso, o professor demonstrou em suas respostas estar familiarizado tanto com aspectos científicos quanto sociais das

questões consideradas e indícios de um discurso alinhado com nossos objetivos de ensino e pesquisa.

Esses professores se dispuseram a participar de um conjunto de quatro encontros pedagógicos de orientação e planejamento coletivo da sequência didática. Após esses encontros nos reunimos semanalmente durante o desenvolvimento da proposta em sala de aula, para: ajustes, leitura e readequação dos materiais e atividades propostas. A seguir, apresentamos como resultado desses encontros pedagógicos a sequência didática elaborada buscando caracterizá-la conforme os pressupostos teóricos e metodológicos do trabalho com QSC (SADLER, 2011) e as características de QSC apresentadas por Ratcliffe e Grace (2003).

6.2. Etapa 2: Encontros Pedagógicos - Análise da Sequência Didática Elaborada coletivamente nos Encontros Pedagógicos

Após a escolha dos professores colaboradores consultamos ambos quanto a disponibilidade em participar de três encontros pedagógicos, nos quais a pesquisadora desenvolveu algumas atividades de discussão sobre QSC. Nesses encontros, os professores e a pesquisadora elaboraram a proposta didática que ocorreram nos dias 09, 16 e 20 de abril de 2018 com duração de 4h cada um.

No primeiro encontro, apresentamos os objetivos da pesquisa e os critérios que justificaram a escolha dos professores Jaqueline e João para colaborarem (nomes fictícios). Além disso, foram discutidos os pressupostos teóricos, metodológicos e pedagógicos das questões sociocientíficas por meio de uma apresentação de *PowerPoint* sobre dois textos que foram disponibilizados aos professores previamente. O objetivo desse primeiro encontro foi promover uma discussão teórica e metodológica sobre a abordagem de QSC, pois, as respostas ao questionário indicaram a necessidade de aprofundamento em relação a alguns pressupostos teóricos e epistemológicos da abordagem que subsidiassem de alguma forma uma ação em sala de aula.

Tal aprofundamento era necessário, tanto para a professora Jaqueline que embora tenha declarado “já ter ouvido falar” sobre a abordagem de QSC, expressou algumas fragilidades em relação ao desenvolvimento de estratégias e atividades em sala de aula no âmbito dessa perspectiva de ensino. Quanto para o professor João, ele havia declarado que trabalhou com um material

didático que se aproximava de alguma maneira a essa abordagem e não obteve uma experiência bem-sucedida.

No segundo encontro, realizamos uma atividade na qual abordamos as características pedagógicas do trabalho com QSC (SADLER, 2011). Nessa atividade, os professores receberam a figura 11, com os quatro elementos pedagógicos principais que configuram a proposta do autor e separadamente as características consideradas essenciais e recomendadas para elaboração e implementação da abordagem de QSC, sem que fosse discriminada a qual elemento pedagógico pertencia.

Figura 11: Elementos pedagógicos centrais à abordagem de QSC na sala de aula.



Fonte: Sadler (2011, p. 362, tradução nossa).

Dessa forma, a partir da leitura de cada uma das características os professores foram compreendendo a importância e o papel que cada uma desempenha na abordagem de QSC e a partir da mediação da pesquisadora foram reconhecendo a qual elemento pedagógico pertencia. Essa atividade contribuiu para familiarizar os professores com os quatro elementos pedagógicos que são considerados pilares para o planejamento e a implementação de QSC e as características que são consideradas essenciais ou recomendadas para esse tipo de abordagem. Depois, foram apresentados aos professores alguns exemplos de QSC já aplicados pela pesquisadora em outras ocasiões. E, alguns elementos básicos da teoria do perfil conceitual - princípios, a heterogeneidade do pensamento verbal e a importância de explorar essas questões em sala de aula. Isso porque nesta

investigação buscamos a partir da abordagem de QSC mobilizar diferentes modos de pensar e formas de falar sobre conceitos e temas. Por fim, foi lançado o desafio aos professores: como trabalhar com QSC em sala de aula, explorando estratégias que conduzam a um processo de tomada de decisão e que explore a heterogeneidade do pensamento verbal? E finalizamos, com a escolha das turmas para aplicar a sequência didática. Os professores escolheram os 3º anos do ensino médio e justificaram essa escolha com as características essenciais definidas por Sadler (2011) para ambiente de sala de aula. Segundo os professores, as turmas do 3º ano em que trabalham apresentam as características essenciais à proposta, pois são turmas em que: esses professores têm altas expectativas em relação à participação dos estudantes; os estudantes são colaborativos e interativos na maioria das atividades propostas nas aulas; professores e estudantes demonstram respeito uns pelos outros, os professores se sentem seguros no ambiente de sala de aula para explorar as questões e acreditam que os estudantes também se sintam da mesma forma.

No terceiro encontro pedagógico, ocorreu a parte prática do processo: a escolha do tema, as articulações com os conteúdos científicos e a elaboração da sequência didática com a proposição das atividades. Considerando o 3º ano do ensino médio e os conteúdos, que seriam trabalhados durante o período em que a pesquisa foi realizada, os professores propuseram três grandes temas: alimentos (processos de produção, fome mundial e transgênico), agrotóxicos (benefícios e malefícios da sua utilização) e fármacos (medicamentos genéricos, manipulados, similares e o problema da automedicação) para abordar as funções orgânicas. Discutimos em linhas gerais cada um dos temas, refletindo sobre quais as possibilidades de atividades para a sala de aula, as possíveis articulações com os conteúdos científicos, quais controvérsias poderiam ser tratadas e como o conteúdo específico poderia enriquecer essas discussões com os estudantes.

Ao discutir as questões que poderiam emergir a partir do tema, os professores decidiram por trabalhar o tema “Fármacos e a Saúde Humana”, por ser um tema que se aproxima naturalmente da Química Orgânica e no qual conseguiam visualizar várias possibilidades de abordar o conteúdo de funções orgânicas. Além disso, os professores apontaram que por ser um tema do cotidiano dos estudantes poderia contribuir para um maior engajamento e assim minimizar algumas das dificuldades que comumente surgem quando o conteúdo de funções orgânicas é trabalhado. Os estudantes comumente têm dificuldades em identificar os grupos funcionais, compreender as propriedades dos compostos orgânicos e sua relação com o grupo funcional, construir as fórmulas

moleculares dos compostos orgânicos (fórmula mínima, estrutural, condensada e de linhas), entre outros.

Nesse contexto, os professores sugeriram relacionar o conteúdo de funções orgânicas à temática trabalhando as controvérsias sobre o problema da automedicação e também o uso de medicamentos “originais”, genéricos, similares e manipulados sugerindo algumas atividades que foram esquematizadas no quadro e posteriormente organizadas, pela pesquisadora, em um planejamento por escrito⁹.

Na sequência didática elaborada, buscamos utilizar para a organização dos momentos da sequência o método 5E da abordagem construtivista de Patro (2008). O método do 5E foi descrito por Bybee et al. (1989 apud PATRO, 2008), e se baseia em uma visão construtivista da educação, que visa possibilitar um papel mais ativo dos estudantes no processo de aprendizagem. É uma proposta de natureza mais prática organizada em 5 fases: Engajamento, Exploração, Explicação, Elaboração e avaliação (*Evaluation*). O quadro 17 sistematiza a sequência didática planejada e as atividades propostas em cada fase.

Quadro 17: Planejamento da Sequência Didática

TEMA: FÁRMACOS E A SAÚDE HUMANA	
Conteúdos: Funções Orgânicas - identificação de compostos orgânicos, grupos funcionais e estrutura molecular.	
Objetivo Geral: Caracterizar os principais grupos funcionais orgânicos (hidrocarbonetos, álcoois, fenóis, cetonas, aldeídos, éter, ésteres, ácidos carboxílicos, amidas e aminas) a partir do estudo do tema Fármacos e a saúde humana.	
Objetivos Específicos: Caracterizar os principais grupos funcionais presentes nos fármacos a partir do estudo da bula de diferentes medicamentos e compor suas estruturas moleculares. Compreender o conceito de substância e molécula a partir de uma abordagem comparativa entre diferentes tipos de medicamento (genérico, similar, original do fabricante, natural). Diferenciar remédios e drogas. Analisar questões sociocientíficas controversas que envolvem o tema “fármacos e a saúde humana”.	
Controvérsias ou Questões Sociocientíficas propostas: 1. A automedicação é um problema de saúde pública ou uma solução diante da precariedade da saúde pública? 2. Polêmicas quanto ao uso de medicamentos genéricos, manipulados, naturais ou originais do fabricante. 3. Empresas farmacêuticas e acesso a medicamentos nos países em desenvolvimento: O acesso a medicamentos no contexto da epidemia de HIV/AIDS o caso da África do Sul (Domínio Social e da Sociedade e Domínio da Prática Profissional - Química x prática Profissional).	
Fases (Método 5E)	Atividade
Engajamento	Aplicação de questionários para levantar concepções iniciais sobre o tema.

⁹ Esse planejamento escrito foi organizado pela pesquisadora, a partir das ideias sistematizadas no quadro propostas no 3º encontro pedagógico e disponibilizado por e-mail aos professores para outras sugestões ou mudanças que desejassem realizar.

	Apresentação do tema: Fármacos e a saúde humana Exibição do vídeo: A Pílula da Inteligência (Exibido no Fantástico, 2016).
Exploração	Debate sobre o vídeo mediado pelo professor (a). Questões para o debate: <ol style="list-style-type: none"> 1. É correto tomar remédios por conta própria, mesmo sendo um remédio que promete os benefícios que vimos no vídeo (tornar as pessoas mais ativas, mais inteligentes)? 2. Se vocês tivessem a oportunidade fariam uso da “pílula da inteligência” Por quê? Quais seriam os benefícios e malefícios? 3. Todos os remédios trazem benefícios ou a cura aos humanos? 4. O que são substâncias químicas? E o que são moléculas? Leitura do depoimento do jornalista britânico da BBC que utilizou a pílula da inteligência para testá-la.
Explicação	Aula Expositiva dialogada sobre os conceitos de: medicamento, fármaco, princípio ativo, substância e molécula, origem dos medicamentos, assim como as estruturas químicas, regras gerais de nomenclatura e indicações dos medicamentos, apontados pelos alunos no questionário, como mais consumidos por eles. Leitura do texto: “Sobre a Química dos Remédios, dos Fármacos e dos Medicamentos” (Resumo extraído de BARREIRO, Eliezer J.; RODRIGUES, C. R. Sobre a química dos remédios, dos fármacos e dos medicamentos. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, v. 3, p. 4-9, 2001.) Identificação de grupos funcionais orgânicos em alguns medicamentos comumente usados pelos estudantes e explicação das fórmulas estruturais.
Elaboração	Atividade em grupo: ler as bulas de um medicamento genérico, de referência e similar e elaborar um painel com as principais informações sobre eles (nome do medicamento, classificação do medicamento, classificação baseada na ação medicamentosa, Princípio ativo, substâncias químicas presentes e principais funções orgânicas identificadas). Questão para debate: Existe diferença entre medicamentos de referência, originais ou similares? Quais?
Avaliação	Experiência culminante: Resolução de duas situações abordando as questões sociocientíficas exploradas a partir da temática. QSC 1: Os perigos da automedicação. QSC 2: Polêmica envolvendo medicamentos de referência, genéricos e similares.

Fonte: Elaboração Própria.

Após a elaboração da sequência didática, dada a sua complexidade os professores sugeriram que fossem realizados encontros semanais para o estudo do tema e dos conceitos relacionados este, bem como dos materiais que seriam trabalhados com os estudantes. Embora tenham sido propostas

Nessas circunstâncias, os três encontros pedagógicos se constituíram como a etapa de elaboração da intervenção didática e compõem o corpus dos dados da pesquisa. E os encontros semanais que vivenciamos com os professores, apesar de não compor nossa programação inicial foram extremamente necessários para adequação da proposta às situações vivenciadas no dia a dia da sala de aula. E revelaram o engajamento e comprometimentos dos professores com a proposta de pesquisa desenvolvida.

É importante colocar que uma questão sociocientífica não se resume ao enunciado em si, mas à exploração de questões ou temas que abrangem controvérsias sobre assuntos sociais que estão

relacionados com conhecimentos científicos, mas que não se restringem apenas a uma única forma de conhecimento. Envolvem diferentes dimensões do conhecimento e da vida humana. E podem ser apresentadas na forma de um tema ou um problema aberto com múltiplas perspectivas. Ou ainda na forma de questões sobre a natureza da ciência, questões que favoreçam o discurso em sala de aula, questões culturais ou questões baseadas em casos (ZEIDLER et al, 2005).

No nosso caso específico, as questões sociocientíficas abordadas foram trabalhadas de diferentes maneiras: desde a exibição do vídeo no qual a QSC se apresenta na forma de um caso em que o problema da automedicação é levantado, na atividade de elaboração dos painéis a partir das bulas de medicamentos, na qual a QSC é explorada a partir questões que favoreçam o discurso, até a experiência culminante, na qual se exploram a partir de duas situações a questão da automedicação e a questão das semelhanças e diferenças entre medicamentos de referência, genéricos e similares através das situações, tanto com questões que favoreçam o discurso quanto por abordar questões culturais que envolvem a QSC.

Entre as questões culturais, destaca-se o fato da automedicação ser um problema nacional (MENGUE et al, 2016) sendo comum na cultura do brasileiro o hábito de se automedicar por diversos fatores: o hábito familiar, a falta de tempo para procurar ao médico, a precariedade do sistema de saúde, a dificuldade de acesso às consultas entre outros (PONS et al, 2017).

Como podemos perceber o planejamento prevê diversos momentos no qual as QSC's são tratadas explorando questões baseadas em casos, questões que favoreçam o discurso e que trabalhem a dimensão cultural dos indivíduos. Na fase de engajamento e exploração, a QSC deve ser abordada a partir de um vídeo sobre a pílula da inteligência e a questão da automedicação deve ser debatida. Na fase de explicação, a QSC é retomada em diferentes momentos quando os conceitos que se relacionam ao tema e ao conteúdo específico são abordados. Na fase de elaboração, quando se planeja desenvolver o debate em torno das semelhanças e diferenças entre medicamentos de referência, similar e genérico, e sobre os princípios ativos que compõem cada medicamento.

E, por fim na fase de avaliação, na qual se propõe uma experiência culminante com as QSC's a partir de duas situações específicas em que as ideias dos estudantes foram o foco para o debate. O quadro 18 apresenta a primeira situação proposta sobre a questão da automedicação.

Quadro 18: Situação 1- Automedicação: solução ou problema?

Bianca está no 3º ano do Ensino Médio e pretende prestar o ENEM para concorrer a uma das vagas no curso de Química na universidade. É um ano decisivo, ela está envolvida em muitas atividades. Com o stress e a pressão do dia a dia, um problema recorrente da infância de Bianca retorna à vida da garota: fortes dores de cabeça. Para tratar o problema, na infância fez uso por muito tempo de diversos medicamentos (Neosaldina®, Sonridor®, Dipirona Sódica®) que os pais lhe ofereciam por conta própria, pois a fazenda em que viviam ficava afastada da cidade e não havia posto médico naquela época à disposição dos moradores. **Assim como Bianca, muitos brasileiros se automedicam por ter dificuldade para marcar consultas médicas ou pela precariedade do sistema de saúde pública, sobretudo no interior do nosso estado.** Cada um desses medicamentos ajudou Bianca a remediar a dor de cabeça por um período, mas, **QUAIS os efeitos causados pelo uso contínuo desses medicamentos?** Agora, o quadro clínico dela parece estar pior: fortes dores de cabeça e quase que diariamente. Paula, uma amiga do cursinho recomendou o uso do TYLENOL® e disse que seria a solução para as dores de cabeça da amiga.

Paula: *-Bianca, na infância tive o mesmo problema que você e um farmacêutico recomendou que fizesse uso do TYLENOL®. Foi o melhor remédio que já usei. Uso para tudo.*

Bianca: *- Será amiga? Nenhum remédio parece funcionar mais comigo! Nada resolve meu problema!*

Paula: *- Todas as vezes que tomo o remédio a dor desaparece. Alívio imediato da dor, como diz na propaganda. Ao menor sinal dos sintomas de dor de cabeça já pego meu comprimido.*

Nesse momento, Bianca está sem tempo de procurar ajuda médica e precisa de uma solução rápida para o seu problema.

Nesse caso, a automedicação seria uma solução ou um problema? Por quê?

Em sua opinião:

- Bianca deve acatar o mesmo tratamento da Paula, utilizando o TYLENOL® para alívio das dores de cabeça? Por quê? Quais as substâncias químicas presentes nesses medicamentos? Elas estão presentes apenas no TYLENOL®? Você é a favor da automedicação? Por quê? Em quais situações? É correto tomar um remédio sem prescrição médica? Mesmo quando se trata de uma dor de cabeça? Por quê? Paula (amiga de Bianca) está correta ao usar indiscriminadamente ao TYLENOL®? Quais os benefícios e os riscos envolvidos?

Fonte: Elaboração Própria.

E o quadro 19, apresenta a segunda situação proposta sobre a questão que envolve algumas controvérsias sobre a utilização de medicamentos de referência, genérico e similar.

Quadro 19: Situação 2- Sobre a polêmica entre medicamentos genéricos, similares e de referência do fabricante e a patente do fabricante.

Na década de 70, se iniciou o processo de discussão sobre os medicamentos genéricos no País, entre as polêmicas que envolviam o tema estava a patente do fabricante original, que atualmente tem prazo de 20 anos em nosso país. Além de questões que envolviam ganhos e perdas na indústria farmacêutica e a desconfiança gerada na sociedade quanto à eficácia dos produtos genéricos. Após um longo debate, na década de 1990 com a aprovação da Lei 9.787, de 10/02/1999, foram criadas as condições para a implantação de medicamentos genéricos, em consonância com normas adotadas pela Organização Mundial da Saúde, Países da Europa, Estados Unidos e Canadá. No entanto, tais medicamentos (genéricos, e posteriormente os similares) só poderiam ser produzidos após expirar a patente do fabricante. Embora os medicamentos genéricos já estejam de certa forma consolidados no país, ainda há quem desconfie, não apenas destes, mas também dos chamados similares e prefira o remédio “original” do fabricante.

Do ponto de vista Químico, será que existe diferença entre remédios Genéricos, de Referência e Similar? O nível de confiança é o mesmo? Por quê? É a mesma substância Química nesses diferentes tipos de medicamentos? Você acredita que os medicamentos de referência são mais eficazes no tratamento ou na cura de doenças em relação aos outros tipos de medicamentos? Por quê? Na sua vida você dá preferência a algum desses tipos de medicamentos ou a outros tipos de remédios? Quais? E por quê? E, em relação à criação de medicamentos: o que você acha da lei das patentes? Quais as vantagens e desvantagens para a população de uma forma geral? Para a indústria? E para o Governo?

Fonte: Elaboração Própria.

Em relação às características que representam potencialmente a natureza de uma QSC (RATCLIFFE e GRACE, 2003), as questões sociocientíficas exploradas a partir da temática, se caracterizam como QSC's por que:

- Possuem uma base científica, pois a partir da questão podem ser trabalhados, além das funções orgânicas, os conceitos de: substância química, molécula, princípio ativo, entre outros. Podem ser abordadas por diferentes ângulos (químico, biológico, medicinal, cultural, social, ético, político, etc.) e são compreendidas frequentemente nas fronteiras de conhecimentos científicos de diferentes áreas;
- Envolve formar opiniões, se posicionar em relação à automedicação e sobre as polêmicas que envolvem a produção e utilização de medicamentos de referência, genéricos e similares. E assim, tomar decisões no nível pessoal ou social;
- As QSC's são frequentemente relatadas pela mídia, tanto que trabalhamos com um vídeo exibido em 2016 por um canal de TV aberta, e também com informações extraídas de notícias de jornais e de sites da internet;

▪ As QSC's tratam de informações que trazem conflitos e incompletudes inerentes às evidências e relatórios científicos. Entre os conflitos e incompletudes que perpassam as nossas questões destacamos, por exemplo, a questão sobre os medicamentos genéricos e de referência. Embora a ciência afirme que ambos os medicamentos possuam o mesmo princípio ativo, uma pesquisa realizada em 2018, pelo Instituto Febrifar de Pesquisa e Educação Continuada (IFEPEC), em parceria com a Unicamp e com o Instituto Axxus revelou que aproximadamente 55% dos brasileiros entrevistados preferem medicamentos de referência aos genéricos. Inclusive, os dados do questionário dos estudantes também apontaram para essa preferência. Outro conflito, em relação à questão da automedicação, aparece quando refletimos sobre o sistema de saúde precário e os centros médicos congestionados. Assim como, no fato de no Brasil ser permitido à venda livre de alguns medicamentos para que seja realizada uma “automedicação responsável¹⁰” indicada, até pela própria ANVISA em alguns casos para alívio rápido da dor e descongestionamento do sistema público de saúde e a questão do autocuidado.

▪ A problemática da automedicação possui dimensões local, nacional e global. É tanto que a ANVISA se empenha em realizar campanhas educativas nacionais e elaboração de cartilhas no que se refere aos medicamentos e seu uso pela população. Podemos citar duas delas: “A informação é o melhor remédio”, campanha publicitária composta por vídeos, áudios, folders e uma cartilha com o mesmo título e também a cartilha “O que devemos saber sobre medicamentos”, produzida em 2010 e disponibilizada no site do órgão. Em ambos os materiais, se alerta para os perigos da automedicação e orienta sobre o uso racional de medicamentos com várias informações e definições importantes e linguagem bem acessível. É importante dizer, que esses materiais foram adaptados para o nosso trabalho em sala de aula. Já na problemática dos medicamentos de referência, genéricos e similares tratamos a dimensão nacional e também global, sobretudo quando refletimos sobre: a lei dos genéricos, a lei das patentes, a preferência do consumidor brasileiro por um ou outro tipo de medicamento, a desconfiança em relação aos genéricos e similares e outros.

¹⁰ AUTOMEDICAÇÃO RESPONSÁVEL: Prática pela qual os indivíduos tratam doenças, sinais e sintomas utilizando medicamentos aprovados para venda sem prescrição médica, sendo estes de eficácia e segurança comprovadas quando utilizados racionalmente (ANVISA, 2001).

▪ Além disso, as QSC's envolvem a análise de custo e benefício, em que o risco implica no julgamento de valores. Isso ocorre, quando discutimos sobre a automedicação como um problema de saúde pública, mas consideramos a prática de “automedicação responsável”. Ou ainda, quando discutimos sobre o uso de medicamentos genéricos, de referência e similares, a preferência do consumidor, o valor final desses produtos e a lei das patentes. Todas essas questões suscitam a reflexão sobre valores, raciocínio ético, e alguma compreensão de probabilidade e risco. E todas essas problemáticas são frequentemente tópicos que se relacionam com a vida cotidiana.

A partir de uma análise crítica e descritiva do processo de planejamento da sequência didática apresentada anteriormente e das situações que compõem a experiência culminante, foi possível identificar alguns elementos essenciais que são recomendados para caracterizar a abordagem, conforme proposto para uma abordagem de QSC (SADLER, 2011).

Quanto aos elementos essenciais do design (SADLER, 2011): criamos instruções em torno de uma questão convincente, que foi abordada em diferentes momentos da sequência didática, o resultado foi o engajamento dos estudantes e o desenvolvimento de argumentos sociais e científicos para defender seu ponto de vista. O ponto de partida foi apresentar a questão primeiro, conforme aponta a literatura: os professores apresentaram a temática e as controvérsias que seriam abordadas durante as aulas e através da exibição do vídeo introduziram à primeira questão sobre a automedicação seguido do debate. Em diversos momentos da sequência didática os estudantes foram envolvidos em processos de argumentação, raciocínio e práticas de tomada de decisão, sobretudo, na experiência culminante. Segundo Sadler (2011), a experiência culminante é um elemento necessário, pois, nela os estudantes têm a oportunidade de ligar o que aprenderam e relacionar sua compreensão sobre temas e conceitos à questão que foi explorada. Nessa perspectiva que propomos as duas situações do quadro 26 e 27.

Quanto às experiências de aprendizagem (SADLER, 2011), de uma maneira geral, durante todo o processo estiveram presentes elementos essenciais que favoreceram a aprendizagem dos estudantes: atividades que contribuíram para engajá-los no raciocínio e na argumentação e envolvê-los em processos de tomada de decisão (debates, exibição de vídeo, leitura de textos e reportagens e resolução de situações envolvendo às QSC); os materiais didáticos produzidos especialmente para as aulas e as interações dialógicas entre professores e estudantes permitiram o confronto de

ideias científicas e teorias relacionada às questões consideradas. Cada texto de apoio e cada material utilizado se constituíram como instrumento de coleta de dados e informações científicas e de outra natureza (política, social, etc.) sobre a questão considerada. E a partir dessas informações e das explicações realizadas pelos professores foi possível negociar as dimensões sociais da questão considerada, ou melhor, negociar sentidos e significados que perpassam às questões, problematizando-as e enxergando a possibilidade do conhecimento químico e sua interface com outras formas de conhecimento na discussão dessas questões.

Quanto ao ambiente da sala de aula (SADLER, 2011), procederemos à análise descritiva separadamente. No 3º ano da professora Jaqueline, de fato, a turma atendeu as expectativas iniciais da referida professora: a maioria se engajou nas atividades propostas; o ambiente foi do início ao fim interativo e colaborativo; nitidamente estudante e professora se respeitavam mutuamente e havia intimidade entre eles para tratar de forma muito leve qualquer assunto. Por fim, os estudantes e a professora expressavam seus pontos de vista de forma segura, sem medo de errar ou fazer suas colocações. Enquanto que a turma do professor João, não atendeu completamente às expectativas iniciais do professor.

A participação e o engajamento dos estudantes oscilaram ao longo das aulas, nessa turma, muitos estudantes residem na zona rural do município e faltam bastante às aulas, o que prejudicou um pouco a expectativa de envolvimento da turma. De uma maneira geral, o ambiente se mostrou colaborativo e interativo, mas essa colaboração também era prejudicada pela questão das faltas, pois, em diversos momentos o professor precisava retomar alguns conceitos que já haviam sido abordados buscando engajar na discussão os faltosos, no entanto, pela repetição, os demais estudantes pareciam perder o interesse. Havia respeito entre estudantes e o professor, mas, poucos estudantes se sentiam seguros em fazer suas colocações, levantar dúvidas e expressar seu posicionamento.

Quanto aos atributos dos professores (SADLER, 2011), ambos demonstraram estar familiarizados com as questões e buscaram informações durante todo o processo, com a leitura dos materiais propostos e discussão nas reuniões semanais. Se mostraram honestos quanto suas limitações de conhecimento, sempre buscando esclarecer suas dúvidas e trazendo novas informações que pesquisavam. Estavam dispostos a se posicionar como aquele que irá contribuir com a construção do conhecimento. Mas, em relação à disposição quanto a lidar com as incertezas na sala de aula quando às questões estivessem sendo debatidas, se mostravam bastante

desconfortáveis. Havia uma expectativa de lidar com as situações e pensar em uma resposta pronta e acabada para cada uma delas, mas esse “medo/limitação” foi sendo minimizado ao longo do processo. Isso sugere uma necessidade premente de que a formação docente esteja também voltada para o trabalho com temas de cunho sociocientífico.

O conjunto de elementos que foram analisados e discutidos no planejamento não se caracteriza como uma sequência rígida de passos a serem seguidos, mas como uma proposta que enriquece as bases epistemológicas e pedagógicas do trabalho com QSC e que podem ser flexibilizados dependendo do contexto em que forem aplicados.

Em síntese, tanto as características epistemológicas das QSC propostas por Ratcliffe e Grace (2003) quanto às características pedagógicas propostas por Sadler (2011) foram importantes para o planejamento e contribuíram para nortear a prática dos professores nas situações de aprendizagem, como veremos na análise da aplicação da sequência didática, a seguir.

6.3. Etapa 3: Análise da Aplicação da Sequência Didática

A sequência didática foi desenvolvida em duas turmas do 3º ano do ensino médio de duas escolas públicas do município de Serra Talhada-PE, nas quais os professores Jaqueline e João lecionam. O planejamento foi realizado coletivamente pelos professores e a pesquisadora. No momento da intervenção didática, os professores tinham total autonomia para abordar o tema e os conceitos específicos sobre as QSC e para realizar as atividades. Por conta disso, há diferenças significativas na forma como o diálogo se estabeleceu em sala de aula, o que implicou em diferenças no tempo dedicado a cada atividade, e em um maior ou menor envolvimento dos estudantes com as diversas atividades.

6.3.1. Caracterização das Turmas e Descrição das Situações de Aprendizagem

Em linhas gerais, na turma do professor João, a participação e o envolvimento dos estudantes não ocorreram como esperado, embora o professor tenha se esforçado para envolvê-los em processos dialógicos durante todas as atividades. É difícil afirmar as razões pelas quais o envolvimento dessa turma não aconteceu, conforme as expectativas iniciais do próprio professor e as nossas. Mas, acreditamos que nessa turma específica, as características do ambiente de sala (SADLER, 2011) não favoreceram a dialogicidade e a participação mais espontânea dos

estudantes: apesar das diversas atividades, o ambiente não se mostrou colaborativo e interativo, poucos estudantes expressavam abertamente suas opiniões e dúvidas; e no início se mostraram inseguros ao fazer isso.

Em vários momentos, alguns estudantes demonstravam certo desrespeito ao professor João, saindo inúmeras vezes da sala, sem pedir permissão ao professor, o que desviava o foco e a atenção dos demais colegas prejudicando a ação docente. Além disso, devido a frequência irregular de muitos estudantes em diversos momentos, o professor sentia a necessidade de revisar conceitos e discussões, e essa repetição demasiada parecia desmotivar os demais. Muito embora essas dificuldades tenham se sobressaído, algumas boas surpresas se destacaram: segundo o professor, alguns estudantes que não costumavam participar das aulas estavam entre os poucos que se engajaram no processo. E, na avaliação do bimestre, houve uma melhoria em relação aos resultados anteriores, o que demonstra que algo do processo foi significativo para os estudantes.

Outra questão que pode ter sido desfavorável, nessa turma, sobretudo com relação à (falta de) segurança do professor e dos estudantes para expressarem seus pontos de vista, parece se dever ao fato de o professor João parecer mais seguro e à vontade quando os conceitos científicos em relação ao tema eram tratados do que quando questões sociais ou de outra natureza emergiram. Isso evidencia uma fragilidade em um dos atributos essenciais ao professor (SADLER, 2011): a familiaridade com a QSC abordada tanto na dimensão científica quanto na social.

Já a turma da professora Jaqueline, demonstrou maior envolvimento ao longo das diversas atividades correspondendo às nossas expectativas iniciais em relação às características do ambiente de sala (SADLER, 2011) e as experiências de aprendizagem (SADLER, 2011). Dessa forma, para atender aos objetivos desta pesquisa, priorizamos realizar uma análise mais detalhada da turma da professora Jaqueline considerando, entre as situações de aprendizagem nas diversas atividades, aquelas que contemplaram discussões sobre as questões sociocientíficas e os conhecimentos científicos em relação à temática estudada.

Por essas diferenças quanto ao engajamento das duas turmas em relação as atividades da SD e pelo volume de dados optamos por analisar de forma mais específica apenas turma da professora Jaqueline.

No quadro 20, apresentamos o mapa de atividades por aula para o 3^a A da professora Jaqueline.

Quadro 20: Mapa de atividades por aula para o 3ª A (Professora Jaqueline)

AULA	DATA	SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM/ ATIVIDADE	COMENTÁRIOS DA PESQUISADORA
01 e 02	09/05/2018	Aplicação do questionário para levantar concepções iniciais dos estudantes sobre o tema e alguns conceitos específicos importantes à compreensão do tema. Exibição de vídeo sobre a pílula da inteligência e apresentação da temática: “Fármacos e a Saúde Humana”.	A professora fez uma leitura das questões. Explicou a importância do questionário apontando que não havia resposta certa ou errada. Então poderiam expressar livremente seu ponto de vista.
03 e 04	16/05/2018	Re-exibição do vídeo sobre a pílula da inteligência e problematização inicial sobre a temática: “Fármacos e a Saúde Humana”. Leitura do texto sobre a experiência do jornalista da BBC com o uso da pílula da inteligência.	Após a exibição do vídeo a professora questionou aos estudantes sobre o que chamou atenção deles no vídeo. Anotou no quadro alguns termos elencados pelos estudantes e iniciou a discussão a partir da colocação deles, lançando vários questionamentos que relacionava o vídeo com a questão da automedicação e a importância da química quando se estuda essa temática. A professora leu o texto em voz alta e solicitou que alguns estudantes lessem também.
05 e 06 07 e 08	23/05/2018 30/05/2018	Exposição de conceitos químicos e farmacológicos que envolvem o tema. Leitura do texto: “Sobre a Química dos Remédios, dos Fármacos e dos Medicamentos (Resumo extraído de BARREIRO, Eliezer J.; RODRIGUES, C. R. Sobre a química dos remédios, dos fármacos e dos medicamentos. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, v. 3, p. 4-9, 2001.)	A professora realizou uma aula expositiva dialogada sobre: definição de medicamento, fármaco e princípio ativo. Conceituou substância e molécula. Assim como identificou as estruturas químicas e os principais grupos funcionais nas moléculas dos medicamentos apontados, no questionário dos estudantes, como mais consumidos. Todas as informações do texto sobre os fármacos foram projetadas em PowerPoint. A professora recomendou que os estudantes lessem depois o texto para sistematizar as ideias discutidas nas aulas.
09 e 10	06/06/2018	Exposição de conceitos químicos.	A professora leu a tabela com diversos grupos funcionais orgânicos e suas principais características explicando cada um dos grupos funcionais e retomando as moléculas dos fármacos como exemplos.
11 e 12	13/06/2018	Estudo de medicamentos de referência, genéricos e similares. Leitura do texto: Existe diferença entre medicamentos de referência, genéricos e similares? (Resumo elaborado a partir de informações no site da ANVISA).	A professora faz a leitura do texto e explicou com auxílio do <i>Powerpoint</i> as ideias presentes no texto. Os estudantes trabalharam na elaboração dos painéis em grupos.

		Atividade: 1. Elaborar um painel a partir das bulas de diversos medicamentos com o objetivo de caracterizar os principais grupos funcionais presentes nos fármacos e compor suas estruturas moleculares. 2. Quais as diferenças e semelhanças entre medicamentos de referência, genéricos e similares?	
-	20/06/2018	Não houve aula/semana de prova	-
-	27/06/2018	Não houve aula/semana de prova	-
13 e 14	04/07/2018	Apresentação dos painéis da atividade com as bulas.	Os grupos apresentaram os painéis e a professora colocou algumas questões para discussão.
15, 16 e 17	04/07/2018	Resolução de duas situações específicas sobre as questões sociocientíficas abordadas. Situação 1: Automedicação: problema ou solução? Situação 2: Existe diferença entre medicamentos de Referência, Genéricos e Similares?	No primeiro momento ocorreu a leitura e discussão das situações, em pequenos grupos, mediada por um monitor em cada grupo (os monitores eram licenciandos em química da UAST/UFRPE que fazem Estágio Supervisionado e orientandos da pesquisadora). No segundo momento, houve a discussão com o grande grupo mediada pela professora.

Fonte: Elaboração Própria

A partir do mapa de atividades do quadro 20, foram identificados momentos nos quais as interações discursivas foram relevantes com relação às QSC's abordadas. Assim, priorizamos a análise do questionário aplicado aos estudantes que buscou levantar as concepções iniciais sobre a temática, as interações discursivas promovidas nas aulas 03 e 04, ilustradas no episódio 1, para representar o início do processo e caracterizar os modos de pensar nesse momento da intervenção, as aulas 13 e 14 que representaram a fase intermediária da intervenção, na qual ideias que foram sendo exploradas entre as aulas 05 a 12 são sistematizadas através da atividade, as interações foram ilustradas no episódio 2. E, por fim as aulas 15 a 17 que representaram a fase final, a experiência culminante do trabalho com as QSC's, que foram analisadas a partir do episódio 3. Na sequência, apresentamos a discussão em relação aos questionários.

6.3.2. Análise dos Questionários dos Estudantes

Na análise do questionário buscamos conhecer as concepções prévias dos estudantes de forma a subsidiar uma resposta para o nosso primeiro objetivo específico: identificar relações entre

a abordagem das QSC's e a aprendizagem dos conceitos considerando a heterogeneidade do pensamento e da fala.

O questionário possuía nove questões envolvendo o tema, foi aplicado no início da sequência didática durante 1 aula de 50 minutos. E contou com a participação de 32 estudantes do 3ª A, nomeados de E1 a E32. A professora Jaqueline, realizou a leitura em voz alta das questões e, na sequência, o questionário foi respondido por cada estudante individualmente. Os estudantes se mantiveram em silêncio e concentrados enquanto respondiam às questões.

a. Primeira Questão: Para você o que são Substâncias Químicas?

Além das funções orgânicas que foi o conteúdo escolhido pelos professores para tratar o tema “Fármacos e a saúde humana” outro conceito chave é o de substância, bastante citado no contexto dessa temática, por isso, na primeira questão buscamos levantar como os estudantes definiram substância química. Para análise dessa questão recorreremos às zonas do perfil conceitual de substância (SILVA e AMARAL, 2013; SILVA, 2017a). Silva e Amaral (2013) propuseram um perfil para o conceito de substância, no qual categorizam cinco zonas: generalista, essencialista, substancialista, racionalista e relacional. Mais tarde uma das zonas, a essencialista foi reformulada, passando a se chamar zona utilitarista/pragmática (SILVA, 2017b).

Para os autores, na primeira zona, a generalista se caracteriza com ideias e concepções em que o indivíduo generaliza o conceito admitindo que, qualquer tipo de material ou objeto seja, uma substância. Na segunda zona, agora denominada zona utilitarista/pragmática, se enquadram ideias e concepções nas quais a compreensão de substância está associada à aplicação ou utilidade que ela pode ter para a vida humana, seus benefícios e malefícios. Na terceira zona, a substancialista, o indivíduo expressa ideias científicas sobre o conceito de substância, tem noção da existência de diferentes compostos, mas, considera que as propriedades das substâncias também se manifestam em seus constituintes. Na quarta zona, a racionalista, encontram-se ideias e concepções mais próximas aos conceitos científicos. Nela se caracterizam dois modos de pensar associados a formas de falar sobre o conceito de substância: visão macroscópica (substância é definida a partir de suas propriedades físicas e químicas) e visão microscópica (além de ideias associadas às propriedades macroscópicas, o indivíduo tem o conhecimento da constituição atômico molecular das substâncias e das diversas classificações: substância simples, compostas, orgânica, inorgânica, etc.).

Em trabalho recente, a zona racionalista foi dividida em duas zonas distintas - a empírica e a racionalista (SILVA, 2017a; SABINO e AMARAL 2018). Na zona empírica, estão às ideias relativas às propriedades físicas e químicas das substâncias, enfatizando que a identidade da substância está relacionada com as suas propriedades e, na zona racionalista, a substância é compreendida a partir de modelos e estruturas que explicam o comportamento das substâncias. Na quinta zona, a relacional, a ideia de substância relacional se dá a partir da concepção de que na natureza nenhuma substância se encontra isolada sem interação com o meio. E nessa interação, “é possível ver a substância como algo que está sempre variando, num constante devir, sem apresentar uma entidade molecular estável e fixa” (SILVA, 2017a). Cada zona do perfil conceitual implica em compromissos epistemológico, ontológico e axiológico distintos, assumidos pelo indivíduo a partir de um particular modo de pensar sobre substância.

Na análise das respostas dos estudantes ao questionário, estruturamos as formas de falar que representavam modos de pensar, que foram posteriormente agrupados em zonas do perfil conceitual de substância segundo os compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos que a caracterizavam.

É importante salientar, que as respostas que apresentavam algum tipo de ambiguidade ou problemas epistemológicos foram caracterizadas como “zona não identificada”. No quadro 21, apresentamos transcrições de respostas dos estudantes (formas de falar) caracterizando os modos de pensar que representam essas falas.

Quadro 21: Sistematização das respostas dos estudantes à 1ª questão do questionário.

Estudantes	Respostas dos Estudantes (Formas de falar)	Modos de Pensar	Zonas/Compromissos
E1	“Entende-se que são substâncias tóxicas como as drogas, sendo que há alguns compostos benéficos como exemplos os remédios.”	A ideia de substância química aparece relacionada à utilidade que ela pode ter.	Utilitarista/ pragmática.
E2 e E9	“Drogas em geral”	Define substância como sinônimo de drogas.	Generalista
E4	“Tudo aquilo que é formado por um composto.”	Expressa uma ideia na qual qualquer objeto é tratado como substância e confunde elemento químico com composto.	Generalista
E8	“São substâncias que formam átomos e também que é encontrada na química.”	Confunde a ideia de elemento com substância quando define que as	Zona não definida.

		substâncias formam átomos.	
E10	“substância química está presente em praticamente tudo, desde o que comemos até os objetos que temos em casa.”	A ideia de substância presente em tudo que nos cerca e no nosso dia a dia.	Generalista
E11	“tudo aquilo que houver compostos químicos para se formar.”	Expressa uma ideia na qual qualquer objeto é tratado como substância.	Generalista
E12	“substância é aquilo que faz misturas e forma uma substância, um elemento químico.”	Confunde substância com elemento químico e com misturas.	Zona não definida. (Confunde substância, elemento e material.)
E13, E22, E29	“é uma forma constante de matéria caracterizada por suas entidades específicas, como átomos de elementos tais em proporções próprias e moléculas.”	Define substância a partir da definição formal da química.	Racionalista: visão microscópica da substância
E18	“substâncias químicas são o que compõe um composto químico.”	A ideia na qual a substância seria a essência dos compostos químicos.	Generalista
E19	“óleo, gasolina, álcool, dióxido de carbono, óleo lubrificante.”	Define substância como sinônimo de material	Generalista
E26	“são substâncias onde há lançados no corpo há reações e efeitos.”	A ideia de substância química aparece relacionada aos efeitos que ela pode ter.	Utilitarista/ pragmática.
E27	“substâncias químicas são substâncias que são encontradas no nosso dia a dia, como: a fumaça dos carros, o ar que respiramos, a liberação das substâncias como um todo.”	A ideia de substância presente em tudo que nos cerca e no nosso dia a dia.	Generalista
E28	“substâncias químicas são tudo aquilo que usamos às vezes até no nosso cotidiano por meio de remédios e também quando utilizamos produtos de limpeza e etc.”	A ideia de substância presente em tudo que nos cerca e no nosso dia a dia.	Generalista
E31	“são remédios, tudo aquilo que tem substâncias químicas, por exemplo, aquilo que tem ácido, e etc.”	Define substância como sinônimo de material	Generalista
E32	“Não sei.”	-	-
E3, E5, E6, E7, E14, E15, E16, E17, E20, E21, E23, E24, E25, E30. (14 estudantes)	Não responderam a questão.	-	-

Fonte: Dados da pesquisa

A análise da primeira questão levou a constituição de categorias que expressam as zonas do perfil conceitual de substância, identificadas nas respostas dos estudantes e expressas no quadro 22:

Quadro 22: Sistematização dos modos de pensar em zonas do perfil conceitual de substância a partir das categorias emergentes

Categoria	Zona do Perfil	Estudantes
Visão Generalista	Zona Generalista	E2, E4, E9, E10, E11, E19, E27, E28 e E31
Visão utilitarista/pragmática	Zona Utilitarista/Pragmática	E1 e E26
Visão macroscópica da substância	Zona Racionalista	E13, E22 e E29

Fonte: Dados da Pesquisa.

De acordo com o quadro 22, uma parcela significativa dos estudantes não respondeu à questão (14 estudantes), isso sugere que eles têm dificuldades com um conceito fundamental para a compreensão da composição e ação de medicamentos. Nas respostas analisadas, foram identificados três modos de pensar diferentes sobre substância, que podem ser associadas a diferentes zonas do perfil conceitual - zona generalista (E2, E4, E9, E10, E11, E18, E19, E27, E31), utilitarista/pragmática (E1 e E26) e racionalista (E13, E22 e E29). Além de erros conceituais em que os estudantes confundem elemento químico, substância e mistura (E8, E12 e E18), um estudante que declarou não saber responder (E32) e outros 14 estudantes que deixaram a questão em branco.

b. Segunda Questão: Para você o que são moléculas químicas?

Como o conteúdo específico a ser tratado era o de funções orgânicas, além do conceito de substância, a compreensão do conceito de molécula também era essencial. Para análise dessa questão recorreremos às zonas do perfil conceitual de molécula (MORTIMER, 1997). O autor propôs um perfil para o conceito de molécula composto por quatro zonas. A primeira conhecida como dos princípios, a segunda conhecida como substancialista, à terceira definida como átomos geometricamente arranjados e a quarta conhecida como ideias presentes na química moderna. De acordo com Silva e Amaral (2013):

A primeira zona diz respeito aos “princípios”, constituída por concepções da Filosofia Clássica que revelavam um forte compromisso realista, quando consideravam que a base de toda natureza eram os princípios. Ou seja, todas as coisas eram formadas por determinados materiais (elementos ou substâncias) que combinados davam forma ao mundo material. De forma semelhante ao que foi apontado no perfil de átomo, a segunda zona é constituída por concepções substancialistas, para as quais a molécula contém todas as propriedades da substância que ela compõe. Segundo o autor, esse tipo de concepção pode ser encontrado, inclusive, em Handbooks de Química. Na terceira zona, estão reunidas concepções de molécula com certo nível de racionalidade, nos termos considerados pela Química Clássica, na qual a molécula é a menor parte da substância, guardando todas as suas características sem que haja mudança em sua natureza. Na quarta

e última zona, encontramos concepções presentes na Química Moderna, para a qual a molécula não apresenta uma geometria fixa, bem definida, como na zona anterior, e são defendidas ideias de que a sua estrutura está sempre mudando no espaço. (SILVA e AMARAL, 2013, P. 56).

No quadro 23 apresentamos as transcrições das respostas dos estudantes caracterizando os modos de pensar que representam essas falas e as respectivas visões categorizadas.

Quadro 23: Sistematização das respostas dos estudantes à 2ª questão do questionário.

Estudantes	Respostas dos Estudantes (Formas de falar)	Modos de Pensar	Zonas/Compromissos
E10, E28	“São espécies eletricamente neutras constituídas por no mínimo dois átomos.”	Nessa ideia se evidencia a concepção de que todas as coisas são formadas por determinados materiais (elementos ou substâncias) que combinados davam forma ao mundo material.	Visão associada aos princípios
E12	“molécula é aquela que existe dentro do átomo.”	Ideia na qual o conceito de átomo e molécula se confundem.	Zona não identificada.
E13, E22, E29	“são espécies químicas eletricamente neutras constituídas por pelo menos dois átomos.”	Nessa ideia se evidencia a concepção de que todas as coisas são formadas por determinados materiais (elementos ou substâncias) que combinados davam forma ao mundo material.	Visão associada aos princípios
E18	“moléculas químicas são os átomos da matéria”.	Ideia na qual o conceito de átomo e molécula se confundem.	Zona não identificada.
E27	“substâncias químicas que está presente no nosso cotidiano.”	Ideia de molécula como sinônimo de substância química presente no cotidiano. Nessa ideia se evidencia a concepção de que todas as coisas são formadas por determinados materiais (elementos ou substâncias) que combinados davam forma ao mundo material.	Visão associada aos princípios
E31	“são partículas juntas que formam moléculas”.	Nessa ideia se evidencia a concepção de que todas as coisas são formadas por determinados materiais (elementos ou substâncias) que combinados davam forma ao mundo material.	Visão associada aos princípios
E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11, E12, E13, E14, E15, E16, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E23, E24, E25, E26, E27, E28, E29, E30, E31, E32	“Não sei.”	-	-

E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11, E12, E13, E14, E15, E16, E17, E18, E19, E20, E21, E22, E23, E24, E25, E26, E27, E28, E29 e E30	Não responderam à questão.	-	-
--	----------------------------	---	---

Fonte: Dados da Pesquisa.

A análise das respostas dos estudantes para a 2ª questão nos possibilitou identificar a predominância da visão associada aos princípios que corresponde à zona de princípios do perfil conceitual de molécula (MORTIMER, 1997). É preocupante o fato de 24 estudantes terem tido dificuldades em conceituar molécula, deixando em branco a questão ou declarando não saber. Tanto o conceito de substância quanto o de moléculas são centrais para a compreensão da química e perpassam à temática abordada. Além dessas duas questões com aspectos conceituais, havia no questionário um conjunto de outras questões que tratavam especificamente sobre a temática e que foram aplicadas com o intuito de levantar as concepções prévias dos estudantes e pensar em mecanismos para abordar esses conceitos na sequência didática.

- c. Terceira Questão: O que são fármacos, remédios e medicamentos? Você acredita que exista alguma diferença entre cada um deles? Qual (is)?

Em relação à questão 3, a maior parte dos estudantes não sabia conceituar ou diferenciar fármacos, medicamentos e remédios. Apesar de esses termos serem usados indistintamente no cotidiano como sinônimos possuem significados diferentes. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 2010):

- **Fármaco:** são uma ou mais substâncias ativas com propriedades terapêuticas reconhecidas cientificamente, que fazem parte da composição do produto, também denominadas como drogas ou princípios ativos. Composto químico obtido por extração, purificação, síntese ou semi síntese.
- **Remédio:** Está associado a todo e qualquer tipo de cuidado utilizado para curar ou aliviar doenças, sintomas, desconforto e mal-estar. Exemplos: banho quente, massagens, alimentação saudável.

- Medicamentos: são substâncias ou preparações elaboradas em farmácias (medicamentos manipulados) ou indústrias (medicamentos industriais), que devem seguir determinações legais de segurança, eficácia e qualidade determinadas pelo Ministério da Saúde e pela ANVISA. Nesses termos todo medicamento é um remédio, mas, nem todo remédio é um medicamento.

Essa diferenciação é de domínio público e circula em diversas cartilhas que compuseram campanhas da ANVISA e do Ministério da Saúde com divulgação na internet, mas que infelizmente não é comum o acesso ou interesse da população por questões tão específicas.

Nas respostas dos estudantes: 12 estudantes responderam que “não lembravam” (E2 e E9) ou “não sabiam” diferenciar cada um desses termos (E1, E7, E11, E13, E24, E26, E27, E28, E31, E32), 18 estudantes deixaram a questão em branco (E3, E4, E5, E6, E8, E10, E14, E15, E16, E17, E19, E20, E21, E22, E23, E25, E29, E30) e apenas 2 estudantes tentaram expressar alguma resposta ou enunciado. Declarando o seguinte:

“Eu acho que não tem diferença”. (Extraído da resposta de E12).

“Fármaco é a substância que compõe os medicamentos. Remédio é uma droga. Medicamentos são remédios feitos específicos para cada indivíduo”. (Extraído da resposta de E18).

Em sua resposta E12, expressa uma concepção na qual medicamento, remédio e fármacos são termos sinônimos e provavelmente usa cada um desses termos indistintamente em seu cotidiano. Enquanto que na resposta de E18, ao conceituar fármacos, remédios e medicamentos emergem zonas que se aproximam do perfil conceitual de substância. Na expressão: *“Fármaco é a substância que compõe os medicamentos”*, E12 generaliza o conceito de substância admitindo que, qualquer tipo de material ou objeto seja, uma substância, nesse caso específico o fármaco é caracterizado como a substância. Essa concepção implicitamente expressa uma visão generalista do conceito de substância, no entanto se aproxima da definição expressa pela ANVISA e nesse contexto possui valor pragmático para explicar o conceito de fármaco. Já a expressão *“Remédio é uma droga”* não demonstra o significado do conceito de substância, nem se aproxima da definição de remédio apresentada pela ANVISA. É basicamente uma expressão generalista que não define de fato o conceito de remédio e tão pouco o de droga. E por último, na expressão *“Medicamentos são remédios feitos específicos para cada indivíduo”*, E2 expressa uma concepção ampla de

medicamentos que não se aproxima da definição da ANVISA, porém que em contextos mais gerais tem seu valor pragmático.

Como podemos perceber em contextos não científicos fármacos, remédios e medicamentos podem possuir diferentes significados que são compartilhados pelos membros de uma comunidade. No cotidiano, podem ser tratados indistintamente como sinônimos. Uma diferenciação pode ser feita quando o fármaco assume o sentido de “composição” dos remédios e medicamentos, “uma substância que compõe o medicamento”, sendo esta uma expressão que não deixa claro o significado de substância. Em geral, no contexto do senso comum/cotidiano, substância é compreendida de forma generalista e tem um valor pragmático.

- d. Quarta questão: Em sua opinião o que é um medicamento genérico? E um medicamento similar? E, na Quinta questão: Existe diferença entre o medicamento original do fabricante, genérico e o similar? Se existe qual (is) é (são) essas diferenças?

Na quarta e na quinta questão buscamos levantar as concepções iniciais dos estudantes em relação aos medicamentos de marca também chamados de medicamento de referência, aos genéricos e aos similares. Esse questionamento era importante considerando que a segunda QSC abordada na sequência didática traz controvérsias sobre esses tipos de medicamentos, pois, embora o princípio ativo seja semelhante, algumas pessoas ainda desconfiam da eficácia dos genéricos e similares em relação aos medicamentos de referência.

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 2010):

- Medicamentos de referência: também conhecidos como “de marca”, são remédios que possuem eficácia terapêutica, segurança e qualidade comprovadas cientificamente no momento do registro, junto à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).
- Medicamentos similares: Os medicamentos similares são identificados pela marca ou nome comercial e possuem a mesma molécula (princípio ativo), na mesma forma farmacêutica e via de administração dos medicamentos de referência. Também são aprovados nos testes de qualidade da ANVISA, em comparação ao medicamento de referência. A diferença entre os remédios similares e os de referência está relacionada a alguns aspectos como: prazo de validade do medicamento, embalagem, rotulagem, no tamanho e forma do produto.

▪ Medicamentos genéricos: são medicamentos que apresentam o mesmo princípio ativo que um medicamento de referência. Na embalagem do remédio genérico há uma tarja amarela, contendo a letra “G”, e aparece escrito “Medicamento Genérico”. Como esse tipo de medicamento não tem marca, o consumidor tem acesso apenas ao princípio ativo do medicamento. Os genéricos geralmente são produzidos após a expiração ou renúncia da proteção da patente ou de outros direitos de exclusividade e a aprovação da comercialização é feita pela ANVISA. Esses medicamentos também são aprovados nos testes de qualidade da ANVISA, em comparação ao medicamento de referência.

Vale salientar, que essa diferenciação é de domínio público e circula em diversas cartilhas que compuseram campanhas da ANVISA e do Ministério da Saúde com divulgação na internet, mas que infelizmente não é comum o acesso ou interesse da população por questões tão específicas. Além disso, não parece haver qualquer esforço governamental ou institucional para o esclarecimento da população.

As respostas dos estudantes refletem a falta de informação quanto a essa diferenciação, embora todos consumam esses diferentes tipos de medicamento a única diferença mencionada pela maioria deles foi à questão do preço. O quadro 24 apresenta as transcrições das respostas dos estudantes:

Quadro 24: Sistematização das respostas dos estudantes para a 4ª e 5ª questão do questionário.

Estudantes	Definição de genéricos e de similar (4ª questão)	Diferenças entre medicamentos de referência x genéricos x similar (5ª questão)
E1	Medicamento genérico seria o medicamento falsificado, medicamento similar seria o mesmo tipo de medicamento original.	Não há diferenças entre ele. Original do fabricante - medicamento mais seguro. Genérico - falsificado. Similar - como o próprio nome já diz similar a outro produto.
E2	São medicamentos mais baratos que os originais.	Acredito que haja uma diferença em preços.
E3	Genérico é o medicamento original, similar é a cópia do genérico.	Sem resposta
E7	É a mesma substância, porém de laboratórios diferentes.	As diferenças são só nos laboratórios.

E8	Genérico é o mais barato. O similar é o mesmo produto com um nome diferente. Ambos não são originais.	Acredito que haja uma diferença em preços.
E10	São imitações dos originais.	Eu sei que existe, mas não sei quais são.
E11	Medicamento genérico: é aquele que é tipo o original, só parece. Similar (em branco).	No meu ponto de vista todos fazem o mesmo efeito, mais para algumas pessoas o genérico é falho e não faz o efeito do original do fabricante.
E12	Medicamentos genéricos: são medicamentos cópias idênticas dos medicamentos de marca e é consumido em segurança. Medicamento similar: são medicamentos obrigatórios para o consumo diário.	Não sei
E15	Genérico é o remédio similar, porém mais barato.	Sem resposta
E16	São as mesmas substâncias só que de laboratórios diferentes	Não
E17	Medicamento genérico é o que tem o mesmo efeito que o original, mas, o preço é bem mais em conta no mercado, pois é feito por outra empresa usando a mesma fórmula. Medicamento similar é aquele que é usado junto a outro medicamento para a cura de uma doença.	Sim, o medicamento original custa mais caro, pois o fabricante possui muitos anos para concluir e por isso é caro, pois tem a assinatura dos fabricantes. O genérico é o mesmo medicamento só que a fábrica pega já a fórmula existente por isso custa mais barato.
E18	Genérico "verdadeiro" registrado porque ele é generalizado de alguma formação ou de alguma originalidade.	Sim, o mundo usa sempre original ele contém sua "geneticção" e o similar pode causar reações ou é falso.
E22	Genéricos são os que não são de referência, são medicamentos até mais barato. Similar, para mim é a mesma coisa do genérico.	Sem resposta
E23	Ilegível	Sim porque são diferentes de fábrica.
E24	Sem resposta	Sem resposta
E25	Medicamento genérico é o que tem produção mais barata já o similar não.	Acredito que não.
E26	Medicamento genérico é o medicamento de marca e os mais caros. Medicamento similar é o medicamento que não tem necessidade de possuir "marca", pelo efeito ser o mesmo, mesmo sendo similar.	A diferença entre o medicamento original de fábrica em relação ao genérico e o similar que eu conheço é só em relação as marcas. Porém, tem substâncias próprias para seu tipo próprio de enfermidade.
E30	Remédios para a pressão, nervos, etc.	Não tem diferença nenhuma.
E31	Genérico é manipulado. Similar é um com mais químicas e ele é original.	Existe mais a diferença eu não sei
E32	Genérico é o medicamento original, similar é a cópia do genérico.	Sem resposta
E5, E6, E9, E13, E14, E19, E20, E21, E24, E28, E29	Sem resposta	Sem resposta
E27	Não sei	Não sei

Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto à definição em relação a cada um dos tipos de medicamentos, existe uma diversidade de ideias distantes das definições científicas proposta pela ANVISA. Entre as mais recorrentes identificamos: genéricos como medicamentos falsos (E1), similar como sinônimo de original (E1), genérico como sinônimo de original (E18), genérico como medicamento mais barato para o consumidor (E2, E8, E15, E17, E22) ou com menor custo de produção (E25), ambos como imitação do original (E8 e E10), entre outras respostas. No entanto duas respostas nos chamam atenção: “*É a mesma substância, porém de laboratórios diferentes. (Resposta de E7)*” e “*São as mesmas substâncias só que de laboratórios diferentes. (Resposta de E16)*.” De alguma forma a ideia de substância aparece vinculada a concepção dos estudantes, mas com uma visão generalista de substância que no dia a dia dos estudantes tem valor pragmático para explicar o conceito de genéricos, similares e de referência.

Na questão 5, algumas ideias expressas anteriormente aparecem e reforçam as concepções dos estudantes em relação esses tipos de medicamento. Entre as respostas que se destacam: alguns estudantes acreditam que não há diferença (E1, E25 e E30), outros acreditam que a diferença está no preço (E2, E8 e E17), outros acreditam que a diferença está nos laboratórios que produzem o medicamento (E7) ou nas fábricas que produzem o medicamento (E23) entre outras concepções. No entanto, duas respostas nos chamam atenção: a do E17 e a do E a de E11. No primeiro caso, E11 levanta a hipótese de que os medicamentos genéricos não têm a mesma eficácia ou efeito que o original, nas palavras do estudante: “para algumas pessoas o genérico é falho e não faz o efeito do original do fabricante.” Essa é uma concepção presente no senso comum e compartilhado tradicionalmente nas rodas de conversa cotidianas dos estudantes. Apesar do aumento no consumo de medicamentos genéricos ainda é comum, mesmo após 19 anos de aprovação da lei dos genéricos, algumas pessoas expressarem desconfiança em relação a esse tipo de medicamento. No segundo caso, E17 aponta que o aumento no preço do original se deve ao fato de terem sido “muitos anos para concluir” sugerindo uma ideia de produção ligada a “pesquisa”, ainda que isso não esteja muito claro na fala do estudante.

- e. Sexta questão: Suponha que você vai até a farmácia com a receita de um medicamento em mãos, não há restrições quanto à compra de genérico, similar ou original do

fabricante. Na farmácia há diversas opções inclusive remédios naturais. Nesse caso, qual você prefere e por quê?

Nessa questão buscamos identificar entre os estudantes, se no dia a dia tinham preferência na compra de algum tipo de medicamento, para compreender se essa preferência refletiria de alguma forma algum preconceito ou desconfiança em relação aos medicamentos genéricos e similares comparado aos de referência.

Entre as respostas destacamos: Sete (7) estudantes prefeririam os “originais” em detrimento aos genéricos e similares, por razões diversas como, por exemplo: por ser a primeira versão do remédio (E4), ser mais seguro (E14), porque o genérico não tem as mesmas substâncias do original (E16) e outros simplesmente não expressaram nenhuma razão específica e sim apenas indicaram sua preferência (E5, E11, E24, E31). Três estudantes indicaram preferir os genéricos por serem mais baratos (E12, E18 e E26), dois estudantes apesar de não especificarem sua opção pelos genéricos expressaram dar preferência aos medicamentos mais baratos (E7, E17) - no nosso país por lei os genéricos custam 35% mais barato. Três estudantes indicaram preferir os naturais seja porque acreditam que *“funcione mais”* que outros medicamentos (E25), ou porque acreditam que *“a chance de ocorrer algum tipo de alteração no nosso corpo e em relação ao nosso metabolismo é bem menor”*, ou simplesmente por opção sem detalhar uma razão específica (E1). Entre as respostas há uma que foge aos padrões das anteriores, a resposta de E32. O estudante não indica a sua preferência entre genéricos, similares, originais ou mesmo naturais e sim declara preferir *“medicamentos químicos”*. Segundo o estudante: *“remédios naturais são bons porque não se têm químicas, mas às vezes não funciona, então iria para os medicamentos químicos, que serve melhor e age mais rápido”*. A concepção expressada por esse estudante parece sugerir que não há química nos produtos naturais apenas nos sintéticos e os medicamentos químicos são mais eficazes do que os naturais, por exemplo: é como se esse estudante acreditasse que o ácido ascórbico (Vitamina C) comprado na farmácia fosse mais eficaz que o ácido ascórbico (Vitamina C) presente nas frutas cítricas que ele comumente consome. Essa é uma visão de senso comum, acreditar que produtos naturais “não têm química”, e a novidade que se apresenta é a ideia de que os “produtos com química são mais eficazes”.

Além dessas respostas outros dois estudantes (E2, E9) consultam a opinião do atendente da farmácia no momento da compra, e seguem a sua recomendação. Outro estudante declarou seguir

a rigor a prescrição médica (E28), independente de no receituário constar: genérico, original, similar ou natural ou de qualquer fator. Outros estudantes responderam “não sei (E13)” ou deixaram em branco (E3, E6, E8, E9, E15, E19, E20, E21, E22, E23, E29, E30).

f. Sétima questão: Em sua opinião o que é automedicação?

Nessa questão, buscamos identificar as concepções dos estudantes sobre automedicação e se essa problemática fazia parte de alguma forma do contexto comumente vivenciado por eles. De acordo com a Portaria nº 3916/98 da Política Nacional de Medicamentos a automedicação pode ser definida como “Uso de medicamento sem a prescrição, orientação e/ou o acompanhamento do médico ou dentista”.

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA: “A automedicação é a utilização de medicamentos por conta própria ou por indicação de pessoas não habilitadas, para tratamento de doenças cujos sintomas são “percebidos” pelo usuário, sem a avaliação prévia de um profissional de saúde (médico ou odontólogo) (BRASIL, 2007, p. 39)”.

Além dessa definição científica outros sentidos e significados são atribuídos ao conceito de automedicação. O quadro 25 apresenta as transcrições das respostas dos estudantes para a questão 7 sobre o significado da automedicação para eles e refletem a pluralidade de ideias e formas de falar sobre esse conceito:

Quadro 25: Sistematização das respostas dos estudantes para 7ª questão do questionário.

Estudantes	Definição de automedicação (6ª questão)	Trechos de algumas respostas (Exemplos)
E1, E2, E5, E6, E9, E11, E23, E31.	Definem automedicação como tomar medicamentos por conta própria.	“Aquele cujo indivíduo se automedica por conta própria, sem receita médica ou consultas ao médico”. (E1) “Tomar medicamento por conta própria. (E2, E5, E6, E9, E11, E23, E31)”.
E3, E4, E7, E12, E14, E16, E18, E20, E21, E26, E27, E28, E29, E32.	Definem automedicação como tomar medicamentos sem prescrição ou orientação médica.	“É quando você toma algum medicamento sem prescrição médica (E3)”. “O uso de medicamentos sem prescrição médica (E7)”. “É tomar remédio sem prescrição médica (E12)”.

		“Você tomar remédio sem autorização do médico, ou seja, sem uma consulta (E21)”.
E25	Definem automedicação como tomar remédios sem receita médica.	“Automedicação é quando você toma remédio sem receita médica (E25).”
E8	Definem automedicação como remédios controlados.	“Remédios controlados (E8).”
E13	Definem automedicação como tomar remédios.	“Você tomar remédio (E13)”
E24, E32	Define automedicação como tomar medicamentos com prescrição médica	“Tomar muitos medicamentos (E24)”. “São vários medicamentos que se toma com prescrição médica (E32).”
E10, E15, E19, E22, E29	Sem resposta	-

Fonte: Dados da pesquisa.

As respostas dos estudantes E1, E2, E5, E6, E9, E11, E23, E31 se aproximam pelo menos em parte da definição proposta pela ANVISA em 2007, sobretudo, no trecho “utilização de medicamentos por conta própria”. A definição apresentada por esses estudantes apesar de não estar completa, do ponto de vista científico, traz a ideia principal defendida no documento da ANVISA na fala desses estudantes. O que evidencia que esse tema/conceito faz parte de alguma forma do contexto social desses estudantes e que as ideias apresentadas por eles se assemelham ao menos em parte da visão científica.

Nas respostas dos estudantes E3, E4, E7, E12, E14, E16, E18, E20, E21, E26, E27, E28, E29, E32 verificamos uma ideia muito semelhante à definição proposta na Portaria nº 3916/98 da Política Nacional de Medicamentos, o que também evidencia uma visão científica da automedicação presente na fala desses estudantes. O estudante E25, também apresenta uma ideia próxima a do pensamento científico presente na portaria nº 3916/98, mas expressa em sua fala uma linguagem mais coloquial oriunda do cotidiano desse estudante.

Já os estudantes E8, E13, E24, E32 apresentam erros conceituais nas ideias que expressam em relação à automedicação. Enquanto que seis estudantes deixaram a questão em branco (E10, E15, E19, E22, E29).

- g. E, oitava questão: Você costuma fazer uso de medicamentos sem prescrição médica? Quais medicamentos? Por quê?

Quando questionados se costumavam fazer automedicação, na questão 8, a maioria dos estudantes (27 - E1, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E11, E12, E13, E14, E16, E17, E18, E19, E20, E21, E23, E24, E25, E27, E28, E30, E31, E32) responderam afirmativamente. Apenas três estudantes (E29, E22, E15) expressaram em suas respostas não fazer automedicação. E, três estudantes não responderam (E2, E10, E14), possivelmente por não ter certeza do que seria automedicação. Em relação aos medicamentos mais usados pelos estudantes, eles declaram tanto medicamentos que devem ser vendidos sob prescrição médica quanto aqueles que são liberados para venda livre, no nosso país.

Entre os medicamentos de venda livre, que podem ser utilizados sem prescrição médica, os mais citados pelos estudantes foram: Dipirona, Paracetamol®, Benegripe®, Ibuprofeno®, Vitamina C, Coristina D®, Sorine®, Buscopam®, Dorflex® entre outros. Esses medicamentos podem ser vendidos sem prescrição médica, porém devem ser utilizados por um curto período de tempo, e caso os sintomas persistam é importante consultar ao médico, e isso é indicado nas bulas e propagandas comerciais. O uso contínuo pode ocasionar reações adversas, mascarar sintomas de alguma doença específica ou causar dependência química principalmente entre os jovens.

Entre os medicamentos que devem ser vendidos com orientação médica, e que mesmo assim são consumidos por conta própria pelos estudantes, foram citados: anti-inflamatórios de uma forma geral, utilizados pelos estudantes para dor muscular. Alguns estudantes citam especificamente: Tandene® e Nimesulida®. É preocupante a utilização indiscriminada por esses jovens desses medicamentos, pois problemas gástricos sérios podem surgir no futuro em decorrência do uso indiscriminado destes medicamentos, sem acompanhamento médico.

As respostas a essa questão demonstram a importância de explorar esse tema que compõe o contexto social no qual esses jovens estão inseridos, pois como podemos ver a automedicação é uma questão comum entre eles, e, nós podemos propor discussões sobre essa prática, considerando, sobretudo, a sua relação com a química.

- h. Nona questão: Em sua opinião a automedicação oferece algum risco à saúde? Qual (is) risco (s). E, por quê?

Embora o índice de estudantes na turma que costumam se automedicar ter sido alto, a maioria deles reconhece os riscos envolvidos na automedicação. Todos responderam de alguma forma que a automedicação está associada a algum tipo de risco, alguns deles citaram exemplos que

emergiram de situações vivenciadas por eles, por seus familiares ou pessoas próximas, nos diversos contextos sociais em que participam. Outros dois estudantes (E1 e E2), expressaram que havia riscos, porém, responderam que não saberiam identificar alguns desses riscos ou apontar exemplos. O quadro 26 apresenta as transcrições das respostas dos estudantes para a questão 9, sobre os riscos envolvidos na automedicação e refletem a pluralidade de ideias e formas de falar sobre esse tema:

Quadro 26: Sistematização das respostas dos estudantes para 9ª questão do questionário.

Estudantes	Concepções	Trechos de algumas respostas
E1, E2, E16, E18, E21, E24.	Existe risco, mas, não sabe identificar quais são.	<p>“Podem causar, mas não sei quais” (E1).</p> <p>“Sei que oferece riscos, mas quais, não saberia dizer”. (E2).</p> <p>“Sim.” (E16, E18, E21, E24).</p>
E3, E7, E9, E12, E20, E30.	O risco está associado ao uso em excesso dos medicamentos.	<p>“Sim, pois se você tomar algum medicamento em excesso pode ser que aconteça algo de ruim com o nosso organismo.” (E3).</p> <p>“Em excesso sim, pode acontecer de a pessoa ser alérgico a substância e não saber e agravar ainda mais seu problema.” (E7).</p> <p>“Sim, riscos de acarretar outros problemas. Se for ingerido em excesso.” (E9).</p> <p>“Só se tomar uma dose a mais.” (E12).</p> <p>“Sim, causam prejuízos ao nosso organismo tudo em excesso é um veneno.” (E20).</p> <p>“Às vezes, porque tem pessoas que tomam em excesso e pode ter uma overdose, ou usar o medicamento errado.” (E30).</p>
E4, E5, E14, E18, E25, E26, E31, E32.	Risco de intoxicação, alergias e outros problemas de saúde.	<p>“Sim, intoxicação ou até mesmo adquirir problemas que não tinha por conta da medicação, porque muitas das vezes temos uma alergia ao medicamento e não sabíamos.” (E4)</p> <p>“Sim, porque alguns medicamentos têm efeitos colaterais que podem prejudicar a saúde.” (E5)</p> <p>“Sim, porque a pessoa toma remédios que não foi passado pelo médico, os riscos é que pode causar outros tipos de doenças.” (E14)</p> <p>“Com certeza, pois basicamente todos os medicamentos cura uma doença e pode gerar outras. Os riscos é a dependência, problemas cardíacos entre vários outros.” (E18).</p> <p>“Sim, riscos de ter alergia aos remédios e passar mal, porque o medicamento não é autorizado pelo médico.” (E25).</p>

		<p>“Sim, de haver reações alérgicas ao medicamento”. (E26).</p> <p>“Oferece vários riscos sim, automedicação pode prejudicar, um exemplo, uma pessoa que toma remédio sem estar doente isso pode fazer muito mal á saúde com o decorrer do tempo”. (E28).”</p> <p>“Sim pode causar problemas graves a nossa saúde, intoxicação.” (E31).</p> <p>“Sim, em muitos casos causa outras doenças através de medicamentos fortes ou engorda ou dependendo dá alguma reação alérgica.” (E32).</p>
E8	Risco associado ao uso incorreto de medicamentos	<p>“Sim, porque eles têm que ser usados de forma correta.” (E8)</p>
E10, E23	Risco de morte	<p>“Oferece sim pode levar até a morte, porque sem a informação correta não se sabe para que é indicado.” (E10).</p> <p>“Sim, a morte”. (E23)</p>
E27	Não existe risco na automedicação desde que seja a medicação correta	<p>“Não, desde que seja a medicação correta em relação ao problema.” (E27).</p>
E10, E15, E17, E22, E28, E29.	-	Sem resposta
E13	-	“Não sei”. (E13).

Fonte: Dados de pesquisa.

Nas respostas emergem diferentes ideias associadas aos riscos da automedicação e dois posicionamentos distintos sobre a questão: alguns estudantes que acreditavam haver riscos na automedicação e um único estudante que acreditava não existir risco na automedicação.

Para aqueles que expressam que existem riscos, temos ideias nas quais: o risco está associado ao uso em excesso dos medicamentos (E3, E7, E9, E12, E20, E30) ou o risco associado ao uso incorreto de medicamentos (E8). Mas na ação de automedicar-se como ter certeza de quando está ocorrendo excesso ou uso incorreto, se não há um respaldo ou a orientação de um profissional da saúde. E ainda, outros estudantes que afirmaram haver risco na automedicação e identificaram de forma específica alguns fatores de risco em sua resposta: risco de intoxicação, alergias e outros problemas de saúde (E4, E5, E14, E18, E25, E26, E31, E32) e risco de morte (E10, E23). Além dessas respostas, houve ainda um grupo de estudantes que afirmaram haver risco, porém, declararam não saber identificá-los (E1, E2, E16, E18, E21, E24).

O único estudante que afirmou não existir risco na automedicação (E27) expressou uma condição para “não haver esse risco” que fosse ministrada “a medicação correta para o problema”. No entanto se tratando de automedicação não há condições que certifiquem ao indivíduo que o medicamento é correto para seu problema ou está sendo ministrado corretamente já que não houve orientação médica. E por fim, seis estudantes deixaram a questão sem respostas (E10, E15, E17, E22, E28, E29) ou declararam não saber (E13).

Como podemos perceber, a análise do questionário dos estudantes revelou que os conceitos de substância e molécula apresentam diversas relações com a questão sociocientífica estudada. Cada questão proposta buscou evidenciar relações entre os conceitos e o tema proposto, nas quais diferentes modos de pensar científicos e não científicos emergiram revelando as concepções dos estudantes quando esses conceitos foram expressos e o tema questionado. Com desdobramentos, sobretudo quando a diferença entre medicamento, remédio e fármaco foi apresentada pelos estudantes e as concepções sobre tipos de medicamentos, automedicação e seus riscos emergiram. Em relação à essas questões da automedicação e envolvendo os medicamentos de referência, genéricos e similares, percebemos também concepções que revelam tanto modos de pensar científicos quanto não científicos na resposta dos estudantes, reproduzem a linguagem e as representações destes em relação à temática e se relacionam com os diversos contextos sociais que participam.

Cada um desses modos de pensar foi trabalhado no âmbito da sala de aula com a proposição de diversas atividades, e, sobretudo na abordagem de questões sociocientíficas que buscavam contribuir para a aprendizagem desses conceitos e relacioná-los ao tema considerando essa heterogeneidade do pensamento e da fala identificada no questionário dos estudantes. Na sequência apresentamos o mapa de atividades da sequência didática e a análise de episódios escolhidos das interações discursivas nos quais as relações entre a heterogeneidade do pensamento e da fala e os contextos abordados com o tema são estudadas através de questões sociocientíficas.

6.3.3. Análise das interações discursivas

Considerando o mapa de atividades do quadro 20 (184-185), selecionamos para análise das interações discursivas momentos nos quais as interações discursivas foram relevantes com relação às questões sociocientíficas estudadas. Nesse sentido, selecionamos momentos das aulas 3 e 4 para

compor o episódio 1, momentos das aulas 13 e 14 para compor o episódio 2 e momentos das aulas 15, 16 e 17 para compor o episódio 3, 4 e 5.

Em cada episódio, criamos nomes fictícios para os estudantes e nomeamos como M, os monitores que participaram dos episódios 3 mediando à discussão. Os enunciados foram subdivididos em turnos de falas. Os episódios foram escolhidos por apresentar “um conjunto de enunciados que cria um contexto [...]” (AMARAL e MORTIMER, 2006, p. 257), e algumas ideias relevantes para a análise foram destacadas em negrito para que itens temáticos fossem identificados posteriormente.

6.3.3.1. Análise do Episódio 1: A Pílula da Inteligência

O episódio 1 foi extraído das aulas 3 e 4. Nessas aulas, o vídeo sobre a pílula da inteligência, que havia sido exibido, foi retomado e o debate sobre a temática foi estabelecido, a partir da questão sociocientífica envolvendo a automedicação e seus riscos à saúde. O vídeo apresentava uma pílula com capacidade para “turbinar o cérebro”, popularmente conhecida como “a pílula da inteligência” que vem sendo utilizada por conta própria entre jovens de 18 a 35 anos. Algumas dessas pílulas fazem parte de uma classe de medicamentos chamada nootrópicos. Começaram a ser utilizadas nos EUA por jovens universitários e profissionais de tecnologia da informação e comunicação para “aumentar a capacidade do cérebro” e no Brasil vem se tornando moda entre os jovens universitários e principalmente, entre aqueles que prestam concursos públicos. De acordo com Requetim (2013, p. 5):

As substâncias nootrópicas têm como principal finalidade o aumento do desempenho cognitivo no ser humano. Define-se como desempenho cognitivo: a capacidade de atenção, memória, raciocínio, linguagem e compreensão. Estas capacidades podem ser reduzidas por alguma lesão a nível cerebral, por doença e também com o processo natural de envelhecimento. Várias patologias são responsáveis pela redução da cognição, como a doença de Alzheimer que é uma doença degenerativa com a capacidade de provocar dificuldades na linguagem e perda de memória. As substâncias nootrópicas ajudam a diminuir a progressão deste tipo de patologias neurodegenerativas e proporcionam aos doentes uma maior qualidade de vida. Apesar do principal alvo destas substâncias serem indivíduos com problemas cognitivos, nos últimos tempos tem-se registrado um aumento da utilização destes fármacos por indivíduos saudáveis. Em estudos recentes foi possível observar que certos estimulantes, como o metilfenidato (indicado no tratamento do Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade

ou da narcolepsia) têm vindo a ganhar popularidade no meio acadêmico como forma de melhorar a performance dos estudantes.

É interessante apontar que os jovens utilizam esse medicamento por acreditar que a pílula pode deixá-los mais inteligentes. Porém, no vídeo, diversos especialistas alertam para os perigos da utilização de medicamentos por conta própria, principalmente, sem uma real necessidade e afirmam que não existe nenhum medicamento que atenda a esse objetivo: de aumentar a inteligência, sobretudo em pessoas saudáveis.

Após a exibição do vídeo, a professora Jaqueline inicia a discussão com a turma e anota no quadro algumas palavras que apareceram no vídeo para discutir com os estudantes: substâncias químicas, remédio, suplementos, composição química e medicamentos. E levanta algumas questões, como por exemplo, se eles fariam uso desse tipo de pílula? Se eles acreditavam que a pílula tornaria as pessoas mais inteligentes? Seria válido tomar medicamentos por conta própria? Quais os riscos da automedicação?

No âmbito dessas e de outras discussões ocorreu o debate no episódio 1, apresentado no quadro 27:

Quadro 27: Episódio 1 - Introdução à problemática sobre automedicação através do vídeo “a pílula da inteligência”.

1	Professora - Esse vídeo, depois conversando a gente viu que ele foi maravilhoso principalmente pra vocês da turma do terceiro ano, que está passando mais ou menos por muita coisa que é parecida com o que o pessoal do vídeo está passando, que é querer se submeter a uma prova e precisar então, acreditar que precisa se ter uma concentração, uma condição psicológica melhor do que a que se tem. E aí, veja que em função de um propósito, porque eles não estão fazendo isso à toa, eles têm um propósito e vocês viram que para isso eles fizeram uso de algumas coisas. Vocês viram que ao longo do vídeo eu fui colocando no quadro algumas coisas ((palavras)), que vocês viram no questionário, que aparecem no vídeo e que estão relacionadas à nossa aula. Eles falaram substâncias químicas , eles falaram de drogas, remédios, suplementos, medicamentos e muitas outras coisas. Tudo isso está relacionado aos questionários que vocês responderam e ao que vamos trabalhar essas palavras aqui são muito importantes, porque eu já disse a vocês que vamos trabalhar com o tema fármacos . E a gente vai ampliar o nosso conhecimento.
2	Professora: alguns de vocês já tinham escutado a palavra fármaco? ((alguns alunos respondem que sim e outros que não))
3	Marcos: já. Só não me pergunte o que é.
4	Professora: assim, vocês acham que é uma ação válida? ((todos falam simultaneamente alguns defendem que sim outros que não))
5	Marcos: tomar essas coisas? É sim.
6	Rayssa: assim, que funciona eu acho que não.
7	Milena: é porque eu acho que isso vai do psicológico da pessoa. ((a turma concorda))

8	Danilo: essa pílula da inteligência aí tem efeito psicológico .
9	Rayssa: talvez o remédio não faz efeito e eles acham que faz.
10	Professora: assim, uma coisa é a ação psicológica que talvez esse medicamento ou essa droga traga pra mim. Mas o que eu estou querendo questionar é: na questão da sua composição , da sua relação química , será que isso realmente funciona , será que é válido fazer uso?
11	Marcos: sim
12	Rayssa: não
13	Professora: Eu não coloquei aqui não, mas eles falaram no vídeo sobre a composição . Que marcos repetiu ali. Aí eu vou ampliar a composição química .
14	Marcos: a senhora vai dar a composição pra gente fazer?
15	Professora: não, até porque vocês repararam que no vídeo os dois rapazes, eles fazem o uso de composições que eles pesquisaram. E que eles próprios introduziram na vida deles . Alguém falou aí que não sabia direito a expressão automedicação . Será que já fica mais clara na cabeça de vocês a ideia da automedicação ?
16	Danilo: sim.
17	Professora: e o que seria essa automedicação ? Quem antes disse que não tinha entendido direito? ((todos falam simultaneamente))
18	Mirely: tomar remédio por conta própria .
19	Milena: sem prescrição do médico .
20	Professora: com relação aos medicamentos tiveram duas expressões aí, e uma delas vocês acabaram de falar. Ele falou em medicamento controlado , medicamento com prescrição . Nós vamos entender um pouco mais, ao longo desse mês se um medicamento controlado e um medicamento com prescrição acabam sendo a mesma coisa.
21	Marcos: não.
22	Professora: se eles caminham no mesmo viés, ou se tem alguma diferença. Seriam diferentes onde? Ou seriam iguais aonde?
23	Marcos: porque o controlado tem que fazer uso contínuo ou num certo espaço de tempo
24	Raiane: mas ele tem que ser prescrito .
25	Marcos: então o controlado tem que vir prescrito , tipo remédio de pressão, você vai ter que fazer uso contínuo .
26	Raiane: todo dia .
27	Professora: mas será que quando ele fala remédio controlado ou medicamento controlado, ele está querendo dizer só que esse controle...
28	Marcos: não, não... aí depende
29	Professora: Se refere ao intervalo que eu vou usar? Na maneira que eu vou usar ou na distribuição?
30	Milena: na distribuição
31	Professora: porque uso controlado , ou distribuição controlada significa dizer que existe um órgão que controla aquilo .
	[...]
32	Professora: Então, é correto tomar remédio por conta própria?
33	Todos: não.
34	Marcos: depende do grau que a pessoa está.
35	Professora: uma coisa que eu ia falar aqui, mas vou só dar uma adiantada. Uma coisa que a gente vai falar aqui, mas eu já vou dar uma adiantada... Quando a gente toma um remédio, será que a gente já confia na ação prescrita pelo médico ou a gente chega em casa lê a bula?
36	Danilo: eu confio na ação prescrita pelo médico
37	Vanessa: não lembro, mas minha mãe lê a bula.
38	Danilo: confio também nos efeitos anteriores .
39	Vanessa: eu não tenho paciência de ler bula não.

40	Danilo: eu já sei os efeitos dele por isso eu tomo.
41	Professora: vai que ele tem um efeito colateral? Uma contra indicação?
42	Igor: mas geralmente quando o médico vai prescrever um remédio ele pergunta se você tem alergia ou alguma coisa assim...
43	Milena: mas mesmo que ele pergunte a pessoa pode sentir algum efeito
44	Professora: faz sentido. Mas se você nunca fez uso de todas as substâncias? Como você previamente teria condições de dizer ao médico tudo que você tem alergia? ((todos falam simultaneamente))
45	Mirely: olha, minha mãe fez a consulta e o médico passou muitos remédios controlados , aí passaram uns 6 a 8 dias, aí fomos ver as contra indicações , ela ficando amarela, os olhos arregalados, e todos os efeitos estavam na bula , nas contraindicações . Aí ela correu lá, e o médico teve que cancelar a medicação e passar um antialérgico pra ela.
46	Professora: ou seja, ela precisou de uma segunda medicação além daquelas que ela precisava por conta das contraindicações da que ela tomou.
47	Professora: Pois é como o nosso colega falou, se a gente não fez uso de vários medicamentos ao longo da nossa vida e é importante por causa disso, que a gente não faça automedicação. Como a gente sabe que substância naquele remédio eu posso ou não usar?
48	Estudantes: tomando
49	Professora: mas aí é que estar, ler a bula nesse caso seria de imensa importância porque aos primeiros sintomas destas contraindicações já saberíamos identificar que existe alguma coisa daquele fármaco que não me faz bem. Porque afinal de contas a gente não acredita que um fármaco seria para não nos beneficiar?
50	Estudantes: sim ((o tempo da aula terminou e a discussão precisou ser finalizada na aula posterior))
51	Professora: E será que toda hora ele é? Será que toda vez que eu faço uso de uma medicação ela vai me beneficiar?
52	Igor: ela impede que fique pior
53	Danilo: mas ela pode não beneficiar também
54	Milena: porque ela beneficia por um lado, mas pode prejudicar por outro.
	[...]
55	Professora: vocês usariam a pílula da inteligência?
56	Estudantes: não
57	Professora: se usariam, por que vocês acham que é válido? E se não usariam, por que acham que não seria válido?
58	Professora: quem usaria levanta a mão. ((três estudantes levantam a mão – marcos, Mateus e Danilo))
59	Marcos: só eu usaria da sala todinha. (risos)
60	Mateus: eu faria o teste
61	Professora: mas aí eu pergunto a você, como seria esse teste? Baseado em que você saberia que está sentindo o efeito da medicação?
62	Marcos: eu pegava um teste de Harvard de QI e faria, antes de tomar a pílula e depois de 1 ano tomando o remédio faria o teste de QI de novo e veria minha média.
63	Raiane: mas em um ano você já teria estudado mais e mudaria o resultado do teste.
64	Professora: mas você acredita que seria o remédio que mudaria o resultado? Ou seria por tudo que você teria estudado?
65	Marcos: porque eu acho que a pílula centraliza, pra eu dar o foco maior aquilo ali. Me ajudaria.
66	Professora: então, de fato você acredita que seria uma suplementação, mas que você teria que fazer uma ação externa. Funcionaria realmente como uma suplementação.
67	Marcos: é

68	Lidia: professora, será que causa algum dano ao cérebro?
69	Professora: a gente tem que entender o que é que vai nessa suplementação. Como faríamos uma avaliação que estava de fato ocorrendo uma melhora?
70	Lidia: isso é psicológico . Porque o cérebro comanda o corpo todo.
71	Rayssa: Isso é um placebo .
72	Lídia: teve um dia que eu coloquei na cabeça que eu iria ficar com dor de cabeça e eu fiquei com dor de cabeça
73	Professora: aí me deixa perguntar, só uma coisa. Uma pessoa que disse que não usaria me diga por que não usaria?
74	Lidia: porque a pílula da inteligência pode causar algum dano no cérebro .
75	Rayssa: eu posso muito bem me esforçar e estudar
76	Rayane: eu acredito que seja psicológico
77	Rayssa: eu também.
78	Professora: então, vocês estão me dizendo que não existe realmente uma ação medicamentosa, e sim é mais psicológica.
79	Alunos: é
	[...]
80	Professora: Eu queria perguntar a vocês. Vocês ainda lembram de algumas palavras bem direcionadas, que são relacionadas inclusive a nossa disciplina que apareceram no vídeo? Eu cheguei até colocar algumas aqui no quadro.
81	Ana: Drogas, veneno.
82	Professora: Drogas.
83	Milena: Suplementos.
84	Professora: Drogas, venenos, suplementos. Que mais, alguém lembra de mais alguma?
85	Renata: Composição.
86	Professora: Era só composição ou composição o quê?
87	Milena: Substâncias químicas.
88	Professora: Aí eu pergunto a vocês, tem outras palavras ainda que vocês não estão lembrados? Eu pergunto a vocês essas palavras que foram mencionadas no vídeo, vocês estão lembrados que a gente separou aqui, também tinha alguma relação com o questionário que vocês responderam?
89	Alunos: Sim.
90	Professora: Em alguma parte do questionário vocês também encontraram algumas dessas palavras, algumas dessas expressões?
91	Alunos: Sim.
	[...]
92	Professora: Aí para gente retomar essa ideia do vídeo passado, sim para quem não viu, o vídeo falava sobre duas pessoas que faziam uso de formulações para aumentar o seu potencial tecnológico, eles chamavam de pílula da inteligência, certo, eram formulações particulares, não era uma pílula que eles compravam em farmácia, não era remédio ou medicamento que eles comprassem em farmácia, eles mesmo faziam a mistura de vários componentes e eles achavam que essas misturas que eles fazem pode trazer mais inteligência para eles, para quem não tava aqui. E aí um era nutricionista e o outro era só um estudante mesmo, que tinha uma pessoa que financiava esse estudo dele, para quem sabe que se isso fosse verdade, ia poder produzir e comercializar isso. E aí nós tivemos no vídeo a opinião de psicólogos, de pedagogos e principalmente de um farmacologista, que é a pessoa que estuda não só o desenvolvimento de pesquisa para novos remédios e medicamentos, mas também para avaliar o que já tem no mercado. Vocês lembram que tinha um componente chamado Gênio X e focos X, que precisou ser retirado do mercado porque não existia uma comprovação científica da sua ação nem as suas substâncias lá envolvidas estavam, digamos assim, comprovadas ou registradas pela ANVISA

	ou os órgãos de medicina, e o que é pior não tinham o respaldo químico , eu não sei se vocês lembram, mais eu dizia assim que não existia uma nomenclatura para aquele composto registrado na IUPAC , que é um órgão que rege para nós químicos todas as regras e nomenclatura, não só nos compostos orgânicos mais de um modo geral, a gente precisa entender que estamos estudando química orgânica e que parece que ela vive a parte ou a margem das outras coisas da Química, mas ela é Química, de modo geral tudo é Química seja orgânica ou inorgânica, e existe um órgão que digamos assim, que trabalha legislativamente que trabalha para definir com o que a gente pode fazer a química.
	[...]
93	Quem aqui, e aí vocês entenderam o que é tomar remédio por conta própria, quem aqui já tomou remédio ensinado por uma vizinha, por algum conhecido que não tenha sido passado pelo médico, levantem a mão? ((A maioria dos alunos levantaram a mão após a indagação da professora))
94	Professora: Lembrando, que ninguém aqui vai punir vocês não. Essa pergunta, ó, essa pergunta não tem a intenção punitiva nem julgadora não, só que a gente, quando a gente esconde a verdade da gente mesmo fica difícil para aprender um pouco mais sobre as coisas, é preciso primeiro que a gente tenha essa honestidade, então, vocês levantaram quase todo mundo, e o número de pessoas que levantou a mão até agora foi basicamente o número de pessoas que botou o não lá. Para vocês terem uma ideia a maioria colocou um NÃO lá.
95	Professora: Vocês colocaram por que não sabiam? Foi não saber o que era automedicação que fez vocês colocar um NÃO lá e agora assumir o SIM, será que foi isso? Quem não entendeu não tenham vergonha de dizer não. Não é crime não, e mais uma vez ninguém não tá aqui para julgar ninguém. Quem não entendeu de fato o que automedicação? ((Alguns alunos conversam paralelamente e outros ficam calados))
96	Professora: Vocês não perceberam não, mas essa resposta que vocês fizeram agora ao levantar o braço, vocês responderam que vocês fazem automedicação. Auto, eu me médico, quem deveria prescrever uma medicação?
97	Mirely: o médico
98	Professora: Percebem que até o radical é o mesmo médico, medicação. Eu queria chamar atenção porque eu gosto muito da brincadeira das palavras, eu acho que as palavras não foram realizadas em vão. Aqui tem automedicação ou auto remediação?
99	Alunos: Automedicação.
	[...]
100	Professora: Vocês acham que existe um risco nisso que vocês fizeram, na automedicação?
101	Alunos: Sim.
102	Professora: É engraçado que muita gente que colocou que não se automedica, e que agora está dizendo que não sabia direito o que era uma automedicação, achavam que existia um risco em fazer isso. Eu não conheço direito não, mas eu acho que a coisa não é muito boa, é mais ou menos isso que vocês quiseram dizer, bom eu não sei direito o que é, mas, eu acho que vai dar problema se o cabra fizer. ((os alunos dão risadas))
103	Professora: É mais ou menos assim que funciona. Será que pode dar mesmo?
104	Lídia: Depende.
105	Igor: o risco depende da medicação que tomar.
106	Professora: Vocês aqui (...), pronto depende, por que depende?
107	Lídia: Porque, digamos que tomo para melhorar aquela dor, mas vai que eu tomo em excesso , pode dar alguma coisa. ((todos falam simultaneamente))
108	Professora: Calma, calma, lembra que vamos organizar os pensamentos.
109	Professora: Sim continue, depende por quê? Duas coisas importantes que você falou aí...
110	Lídia: Porque talvez eu não seja, talvez eu não saiba a quantidade certa para melhorar aquela dor, e tomo em excesso, pode causar alguma coisa , tipo, overdose ou outra coisa.

111	Milena: E sem levar em conta que o medicamento é sem prescrição médica , como é que a gente vai saber os tipos de reação que ele pode dar?
112	Marcos: Bula. Bula.

Fonte: Dados de Pesquisa

Na análise do episódio 1, buscamos caracterizar diferentes formas de falar e modos de pensar sobre medicamentos quando a QSC sobre a problemática da automedicação foi inserida, mediante a exploração do vídeo, no contexto da sala de aula. Sadler (2011) aponta que a primeira coisa a fazer no trabalho com QSC é apresentar a questão, e com esse objetivo o vídeo foi trazido e o debate inicial foi desenvolvido.

Nesse primeiro momento do vídeo, não estávamos buscando fomentar algum processo de tomada de decisão em relação à automedicação, mas, a partir da introdução dessa questão aproximar a temática dos estudantes e engaja-los em processos argumentativos buscando investigar os sentidos e significados que eram compartilhados por eles na discussão da problemática. Oportunizando aos estudantes se engajarem em experiências de aprendizagem: de raciocínio, argumentação, confronto de ideias/teorias relacionadas à questão estudada e negociação das dimensões sociais da problemática (SADLER, 2011).

Nesse processo de negociação, foram compartilhados sentidos e significados que evidenciam diferentes modos de pensar sobre a QSC que serão aprofundados quando os processos de tomada de decisão com a experiência culminante no final (episódio 3, 4 e 5) forem analisados. Outro ponto interessante, é que durante toda a discussão a professora Jaqueline se posicionou como aquela que estava sempre pronta a contribuir com a construção do conhecimento e não como autoridade exclusiva (SADLER, 2011), tendo em vista os diversos questionamentos, destacados no episódio na cor vermelha, elencados pela professora.

Ao longo do episódio 1, uma série de ideias emergiu na fala dos estudantes e também da professora. Essas ideias caracterizam a heterogeneidade do pensamento verbal interpretada nos diferentes modos de pensar sobre a problemática que refletem na diversidade das formas de falar dos estudantes quando a QSC foi discutida.

Quando na QSC abordamos o caso dos jovens que se automedicavam com diversos medicamentos nootrópicos e suplementos para potencializar a atenção, à memória e a inteligência, as opiniões dos estudantes se dividiram: dois estudantes se posicionaram dizendo que fariam automedicação, no caso da pílula da inteligência, para obter mais atenção e foco nos estudos sem

se preocupar com os riscos (turnos 5, 67, 68), enquanto a maioria dos estudantes se posicionou contra o uso desse tipo de medicamento (turno 64).

De uma maneira geral, no episódio 1, identificamos os seguintes itens temáticos (LEMKE,1992) nas falas dos estudantes: pílula da inteligência (turnos 7, 74); efeito psicológico (turnos 7, 8, 70, 76); o remédio não faz efeito (turno 9); composição (turno 14, 85); tomar remédio por conta própria (turno 18); sem prescrição do médico (turno 19); controlado, uso contínuo, num certo espaço de tempo (turno 23); distribuição (turno 30); confio na ação prescrita pelo médico (turno 36); confio também nos efeitos anteriores (turno 38, 40); remédio (turno 42), alergia (turno 42); sentir algum efeito (turno 43); remédios controlados (turno 45), contraindicações (turno 45); todos os efeitos estavam na bula (turno 45); porque ele beneficia por um lado, mas pode prejudicar por outro (turno 54); placebo (turno 71); dano ao cérebro (turno 74); drogas (turno 81); veneno (turno 81); suplementos (turno 83); substâncias químicas (turno 87); automedicação (turno 99); o risco depende da medicação que tomar (turno 105); quantidade certa (turno 110); em excesso (turnos 107, 110); pode causar alguma coisa (turno 110); overdose (turno 110); o medicamento é sem prescrição médica (turno 111); tipos de reação que ele pode dar (turno 111); bula (turno 112).

Quando observarmos esses itens temáticos é perceptível à articulação de dimensões sociais, culturais, políticas ideológicas e históricas da atividade humana, reveladas na heterogeneidade do pensamento verbal desses estudantes. Cada um desses itens temáticos guarda relações semânticas entre si, e constituem uma generalização das diferentes formas gramaticais de expressar esta relação (SEPÚLVEDA, et al, 2011).

Considerando os itens temáticos identificados nas falas dos estudantes, as seguintes relações semânticas foram construídas, com base no glossário de Lemke (1992) e considerando as adaptações para o português de alguns termos proposta por Sepúlveda et al (2011). No quadro 28 estão apresentadas essas relações:

Quadro 28: Sistematização das relações semânticas presentes na fala dos estudantes no episódio 1

Item Temático	Relações Semânticas	Item Temático
Pílula da inteligência	Coisa/Atributo	Efeito psicológico
Pílula da inteligência	Coisa/Atributo	sem efeito
Pílula da inteligência	Coisa/Atributo	placebo
Pílula da inteligência	Causa/Consequência	danos ao cérebro
Pílula da inteligência	Todo/Parte	composição
Automedicação	Sinônimo	Tomar remédio por conta própria
Automedicação	Sinônimo	Sem prescrição médica
Automedicação	Ação/Motivação	Confio nos efeitos anteriores

Automedicação	Processo/Resultado	o risco depende da medicação
Automedicação	Processo/Meio	Sem prescrição médica
Automedicação	Coisa/Quantificador	em excesso
Automedicação	Causa/Resultado	pode causar alguma coisa
Automedicação	Processo/Resultado	Overdose
Automedicação	Coisa/Quantificador	quantidade certa
Automedicação	Causa/Consequência	tipos de reações
Tipos de reações	Localizado/Localizador	Bula
Remédios	Causa/Consequência	podem beneficiar por um lado e prejudicar por outro
Remédios	Identificado/Identificador	contraindicações
Remédios controlados	Coisa/Atributo	Controle na distribuição
Remédios controlados	Coisa/Atributo	Uso contínuo
Remédios	Conjunto/Subconjunto	Remédios controlados
Remédios controlados	Coisa/Quantificador	Num certo espaço de tempo
Remédios controlados	Coisa/Atributo	uso contínuo
Algum efeito	Instância/Categoria	Alergia
Contraindicações	Localizado/Localizador	efeitos estavam na bula
Composição	Identificador/Identificado	Substâncias Químicas
Composição	Identificador/Identificado	Drogas
Composição	Identificador/Identificado	Veneno
Composição	Identificador/Identificado	Suplementos

Fonte: Dados da Pesquisa.

*as denominações antes da barra (/) consistem no papel desempenhado pelo termo antecedente, seguido do papel desempenhado pelo termo subsequente na relação semântica.

Como podemos perceber, a caracterização dos itens temáticos e de suas relações semânticas evidencia que nesse momento, do contexto geral da discussão, as ideias expostas e discutidas, quando os estudantes apresentam algumas expressões, como, por exemplo: *pode causar alguma coisa, todo dia, controlado, uso contínuo, num certo espaço de tempo, o remédio não faz efeito, alergia*, entre outras, se ancoram nas suas experiências pessoais e /ou se originam em conversas informais presentes nos diversos contextos dos quais esses estudantes participam. De uma forma geral, a automedicação parece ser tratada pelos estudantes como algo natural, histórico e culturalmente construído na sociedade, pois em algum momento todos já se automeDICARAM. Expressões que legitimam essas ideias se revelam nos itens temáticos (IT): *o risco depende da medicação que tomar ou confio também nos efeitos anteriores; porque ele beneficia por um lado, mas pode prejudicar por outro ou a pessoa pode sentir algum efeito*. Essas expressões parecem de alguma forma legitimar a ação da automedicação no contexto da discussão proposta.

Além desses IT's, apareceram ainda algumas expressões de caráter mais científico (por exemplo: *efeito psicológico, composição, substâncias químicas, drogas, veneno, tipo de reações*

que pode causar, automedicação, contraindicações, suplementos, bula) que embora estejam presentes nas formações discursivas foram discutidas superficialmente nesse episódio inicial.

A análise das relações semânticas presentes nas formas de falar expressadas pelos estudantes e caracterizadas na tabela 1, nos permitem associá-las a modos de pensar distintos que emergiram na discussão da QSC proposta, sobre termos específicos (itens temáticos) envolvidos na problemática abordada no vídeo: pílula da inteligência, automedicação, remédios, substâncias químicas, drogas, veneno e suplemento.

Como na teoria do perfil conceitual os modos de pensar representem zonas de um perfil conceitual caracterizada por compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos. É importante dizer, que em nossa análise, não tínhamos o objetivo de constituir zonas de um perfil conceitual para o tema ou conceito tratado. Logo, o que estamos considerando como “modos de pensar”, na verdade são ideias representativas de modos de pensar que podem em desdobramentos posteriores serem agrupados para constituição de zonas. No entanto, nessa investigação, estamos considerando de forma ampla esses modos de pensar como categorias que se relacionam as formas de falar dos estudantes interpretadas a partir das relações semânticas.

Em relação à pílula da inteligência emergiram cinco modos de pensar distintos: [1] a pílula da inteligência como algo com efeito psicológico; [2] a pílula da inteligência como algo sem efeito; [3] a pílula da inteligência como algum sem efeito com atributo que reproduz o discurso midiático; [4] a pílula da inteligência como causa que tem consequências definidas e por fim, [5] a pílula da inteligência como algo que tem uma composição específica. Desses modos de pensar dois se relacionam de alguma forma com ideias científicas (1 e 5) e os demais (2, 3 e 4) que circulam nos diferentes contextos sociais que os estudantes participam. Cada um desses modos de pensar se associam a ideias científicas e não científicas e

Quanto às ideias sobre automedicação emergiram seis modos de pensar distintos: [1] A automedicação uma ação natural motivada pela confiança nos efeitos anteriores de determinado medicamento. Uma expressão que legitima essa ideia se revela, por exemplo, no item temático: “confio nos efeitos anteriores”; [2] Automedicação como processo com riscos e ocorrendo por algum meio. Expressões que se relacionam a esse modo de pensar são encontradas nos seguintes itens temáticos: “o risco depende da medicação”, “sem prescrição médica”. [3] automedicação com os riscos associados com a quantificação, expressões como: “em excesso pode causar alguma coisa” ou “na quantidade certa”; [4] automedicação como causa que tem consequências, definidas

e localizadas em bulas; [5] a automedicação como instância que gera algum efeito, e [6] automedicação como uma questão social com expressões sinônimas usadas no cotidiano.

Em relação aos remédios, emergiram 4 modos de pensar distintos: [1] Remédios como causa material que tem consequências, definidas e localizadas em bulas; [2] Remédios controlados como coisa material que tem o atributo ter uma distribuição; [3] Remédios como algo material; e, [4] Remédios controlados como coisa que tem como atributo uma relação temporal.

E ainda para os itens temáticos substâncias químicas, drogas, veneno e suplementos foram identificados, respectivamente, os seguintes modos de pensar: as substâncias químicas identificadas como algo material que compõem os medicamentos; Drogas identificadas como algo material que compõem o medicamento; Veneno identificado como algo material que compõem o medicamento e Suplemento identificado como algo material que compõem o medicamento.

Como podemos perceber quando tratamos uma questão tão complexa quanto à automedicação, diversos modos de pensar, associados a essa temática foram evidenciados, demonstrando a heterogeneidade do pensamento verbal quando um QSC é discutida.

De acordo com Rodrigues e Mattos (2007) na chamada hipótese da ressonância, cada um desses modos de pensar ressoam contextos específicos nos quais esses modos de pensar expressos em diferentes formas de falar possuem valor pragmático. E se revelam a partir de marcas de contextos compartilhados pelos interlocutores no diálogo. Para os autores, a escolha da formação discursiva no diálogo entre os interlocutores é a ressonância entre o contexto, que ambos reconhecem e constroem no processo de negociação sentidos e significados, e por fim compartilham a partir de diferentes modos de pensar consolidados nesses contextos.

Identificar esses contextos ou as marcas do contexto no processo de negociação e nas formações discursivas não é uma tarefa fácil. Para isso, recorreremos a elementos da semiótica social (LEMKE, 1992), mais especificamente, as classes de contextos (sintagmáticos, paradigmáticos e indexicais) em busca de compreender nessa classificação a relação que existe entre contextos e a emergência de diferentes modos de pensar que são pragmaticamente valiosos em determinados contextos. Para o autor, os contextos são identificados em práticas semióticas a partir de questões como: Por que explicar a palavra de uma forma específica? Quais são os contextos que associamos a essa palavra para que obtenha significado? No âmbito do contexto do enunciado global: que palavras antecedem e seguem a palavra principal? No âmbito do contexto em que ela foi dita: quem falou a palavra? A quem falou? Em que atividade? Que relação havia entre os participantes da

atividade? E no âmbito de contextos mais amplos envolvidos (próprios da comunidade): como essa palavra é dita na comunidade? Que expressões alternativas podem ser ditas em seu lugar? É uma forma típica de falar dessa comunidade? Na abordagem da semiótica social, tudo isso se aplica também a gestos, diagramas e outras ações.

A análise dos modos de pensar a partir das relações semânticas caracterizadas nos itens temáticos da fala dos estudantes, nos permitiu caracterizar modos de pensar distintos sobre QSC tratada. E, cada um desses modos de pensar traz consigo elementos do contexto que está sendo construindo ou compartilhado pelos interlocutores naquele momento.

A classe de contexto sintagmático se relaciona a ideias e expressões mais gerais na qual qualquer ação, coisa ou palavra pode ser colocada, é o contexto geral, mais amplo. Nessa perspectiva, estamos considerando que o processo de negociação de sentidos e significados que ocorre nas interações discursivas em sala de aula, mais especificamente no episódio 1, considerando que as falas dos estudantes trazem implícitos contextos outros que antecedem ou seguem a ação discursiva naquele momento.

Em outras palavras, nas interações discursivas do episódio em questão, são expressadas ideias mais amplas que se relacionam a um contexto mais geral, porém ao longo do episódio e, sobretudo quando caracterizamos os modos de pensar a partir das relações semânticas, tais ideias vão se refinando e caracterizando a emergência de contextos mais específicos. Nesse sentido, consideramos que expressões nas quais a automedicação é tratada como algo natural, histórico e culturalmente construído na sociedade indica um contexto sintagmático, pois, reflete a visão mais geral, global presente na cultura do nosso país que infelizmente assume a automedicação como algo comum.

Já a classe de contexto paradigmático se refere às palavras e ações que poderiam ter sido ditas no lugar de outras que ocorreram concretamente num contexto sintagmático. Nas palavras do autor se refere “ao que poderia ter sido dito” (LEMKE, 1992, p. 2001), as palavras que tomaram o lugar de outras que ocorreram em um contexto sintagmático. Como poderia ter sido criado um significado diferente se uma palavra, gesto, imagem ou cor fossem usadas? Nesse contexto, caracterizamos os modos de pensar no qual a automedicação aparece como uma questão social com expressões sinônimas usadas no cotidiano.

Nesse modo de pensar a automedicação é definida como “tomar remédio por conta própria” ou “sem prescrição médica”. De forma geral essa é uma definição ampla que caracteriza o conceito

de automedicação, e reflete a dimensão social dessa questão, porém, nessa definição cabe “o não dito” o complemento que poderia ter sido expresso e não foi.

Nessa direção, outras definições para automedicação poderiam ter sido expressas de forma a considerar esse modo de pensar como uma questão social, mais incorporar a definição outras palavras e sentidos. Nesse contexto paradigmático, é possível analisar algumas relações entre diferentes modos de pensar científicos e não científicos que emergem na sala de aula. Por exemplo, num contexto científico: “A automedicação é conceituada como a prática de ingerir substâncias de ação medicamentosa sem o aconselhamento e/ou acompanhamento de um profissional de saúde qualificado (PAULO & ZANINI, 1988, OMS, 2005).”

Ou ainda: “A automedicação é a utilização de medicamentos por conta própria ou por indicação de pessoas não habilitadas, para tratamento de doenças cujos sintomas são “percebidos” pelo usuário, sem a avaliação prévia de um profissional de saúde. (BRASIL, 2010)”. Porém, em contextos não científicos, o conceito de automedicação expressa uma linguagem mais simples, como por exemplo: “tomar remédio por conta própria”, “sem prescrição ou receita médica”, por “indicação de outra pessoa”, entre outras formas de falar que preservam o significado, mas que podem assumir outros sentidos de acordo com o contexto que foi dito.

E por fim, a classe de contexto indexical representados por contextos sociais que se relacionam ações ou palavras de uma determinada comunidade. Então, o significado depende de quem disse a palavra ou realizou a ação. No contexto indexical, o que a pessoa fala ao se dirigir a outra pessoa, a forma como fala ao se dirigir ao outro indica o grupo social, uma cultura e um determinado período histórico comum aos membros de uma comunidade. A ação e o contexto são associados com certo grau de probabilidade. Nessas circunstâncias, no contexto indexical classificamos: modos de pensar associados a ideias e expressões que se relacionam ao senso comum; modos de pensar que se relacionam a ideias e expressões que reproduzem o discurso midiático e modos de pensar que se relacionam a ideias e expressões científicas - três diferentes grupos ou comunidades discursivas. O quadro 28, expressa melhor essas associações entre modos de pensar que se constituem em categorias e ideias e expressões do senso comum, do discurso midiático e científicas:

Quadro 29: Esquema que categoriza as três comunidades discursivas que emergiram do episódio 1 e os respectivos modos de pensar com os quais se associam

	Comunidade discursiva 1: ideias e expressões que se relacionam ao senso comum	Comunidade discursiva 2: ideias e expressões que reproduzem o discurso midiático	Comunidade Discursiva 3: ideias e expressões científicas
Modos de pensar	A pílula da inteligência como algo sem efeito.	A pílula da inteligência como algum sem efeito com atributo que reproduz o discurso midiático.	A pílula da inteligência como algo com efeito psicológico.
	A automedicação como uma ação natural motivada pela confiança nos efeitos anteriores de determinado medicamento	Automedicação com os riscos associados com a quantificação	Automedicação como causa que tem consequências, definidas e localizadas em bulas.
	Automedicação como processo com riscos e ocorrendo por algum meio	Automedicação com os riscos associados com a quantificação	Automedicação como processo com riscos que podem ter como resultado sérias consequências
	A automedicação como instância que gera algum efeito		Automedicação como processo que ocorre por algum meio.
	Automedicação como processo com riscos que dependem do tipo de medicação		As substâncias químicas identificadas como algo material que compõem os medicamentos.
	Remédios como causa material que tem consequências, definidas e localizadas em bulas		Drogas identificadas como algo material que compõem o medicamento.
	Remédios controlados como coisa material que tem o atributo ter uma distribuição		Veneno identificado como algo material que compõem o medicamento.
	Remédios como algo material		Suplemento identificado como algo material que compõem o medicamento.
	Remédios controlados como coisa que tem como atributo uma relação temporal		A pílula da inteligência como causa que tem consequências definidas
			A pílula da inteligência como algo que tem uma composição específica
		A pílula da inteligência como algo com efeito psicológico.	

Fonte: Dados de Pesquisa.

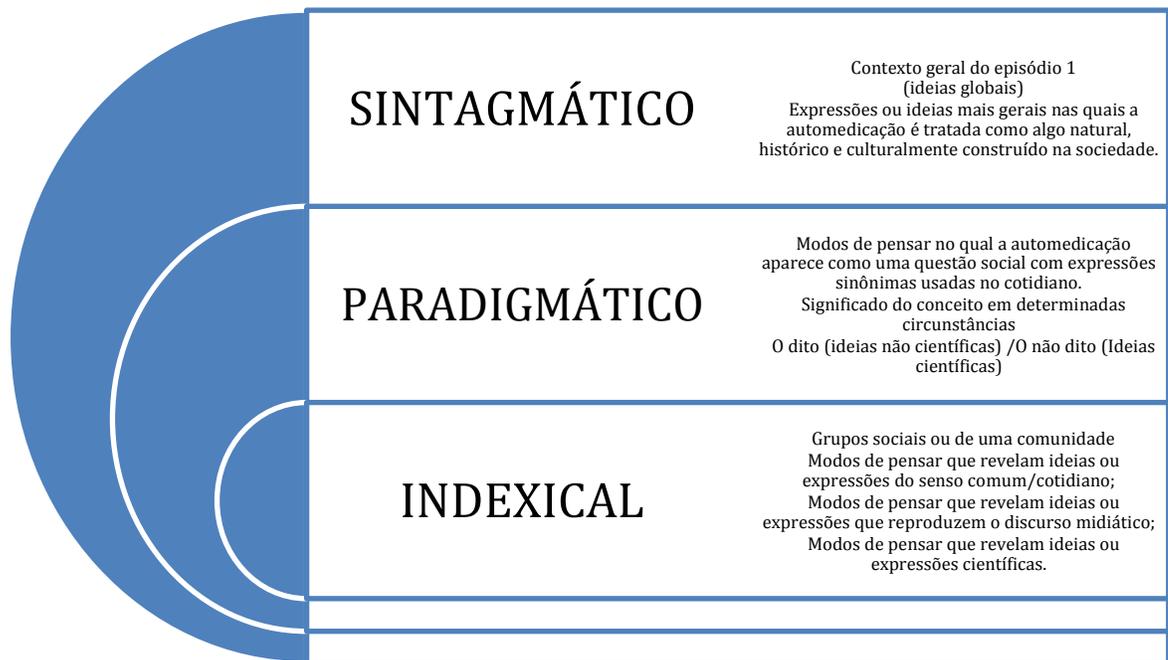
Os modos de pensar associados a ideias e expressões que se relacionam ao senso comum/cotidianas refletem ideias gerais que naquele momento são compartilhadas pelos interlocutores e que circulam nos diversos contextos sociais em que participam, naquele momento histórico. São expressões e ideias oriundas do grupo social familiar, religioso, comunitário, entre

outros. Revelam contextos sociais nos quais os estudantes estão inseridos e correspondem a expressões alternativas que podem ser ditas e que tem valor pragmático naquele grupo social para os membros daquela comunidade. Portanto, são considerados pertencentes à classe de contextos indexicais, por refletirem ideias de um grupo social ou comunidade.

Assim como, os modos de pensar que se relacionam a ideias e expressões que reproduzem o discurso midiático, pois refletem contextos sociais nos quais se relacionam ações ou palavras de uma determinada comunidade: a comunidade midiática, jornalística. Representam expressões que de alguma forma reportam a informação repassada pela mídia, porém, quando reproduzidas podem ganhar uma conotação muito geral que pode ou não ter um significado semelhante à ideia expressa originalmente.

E ainda, na classe de contexto indexical, o modo de pensar científico, no nosso caso a linguagem científica escolar, pois reflete os significados compartilhados por um grupo social sendo socialmente aceito e compartilhado por seus membros: a comunidade científica. De modo a facilitar a compreensão da análise quanto às classes de contexto identificadas, construímos um fluxograma, na figura 12, que resumidamente, relaciona as classes de contexto da semiótica social (LEMKE, 1992) com os modos de pensar identificados e seus respectivos contextos de aplicação, de acordo com os dados construídos:

Figura 12: sistematização das categorias de análise associada ao tipo de contexto.



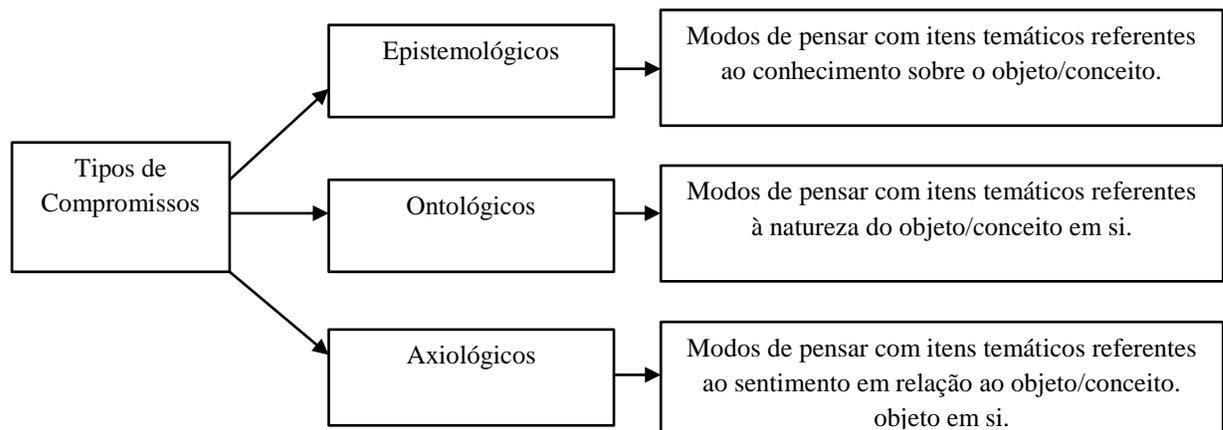
Fonte: Dados da pesquisa.

Em síntese, o significado que elaboramos de uma ação ou evento contém as relações que construímos entre estas e seus contextos (LEMKE, 1992). Então, na perspectiva da semiótica social proposta pelo autor, elaborar significados é um processo de vincular as ações ou eventos a contextos. No âmbito da semiótica social as práticas contextualizadoras tem grande importância porque através delas essas relações são construídas e assim elaboramos significados que se relacionam a contextos específicos de acordo com o valor pragmático que possuem naquele contexto.

Quando compreendemos que existe uma relação entre o contexto e a emergência de diferentes modos de pensar pragmaticamente valiosos na construção de um significado e as zonas do perfil conceitual assumimos que se pretendemos compreender, de forma mais ampla, a comunicação humana e a formação de intersubjetividade devemos considerar ao menos três dimensões do conhecimento humano: epistemológica, ontológica e axiológica que no âmbito do perfil se configuram em compromissos representativos dos modos de pensar.

Cada modo de pensar associados a contextos distintos revelam compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos expressos no âmbito da questão considerada e compartilhados pelos estudantes. Considerando a relação entre o contexto e os modos de pensar, buscaremos identificar compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos associados a esses diferentes modos de pensar identificados nas falas produzidas pelos estudantes, quando discutem uma questão sociocientífica. Dessa forma, pretendemos aprofundar a compreensão sobre as aprendizagens construídas no trabalho com QSC, em sala de aula. A figura 13 sistematiza os tipos de compromissos (epistemológicos, ontológicos e axiológicos) e sua relação com os modos de pensar.

Figura 13: Sistematização dos tipos de compromisso e sua relação com os modos de pensar



Fonte: Elaboração própria.

No quadro 30 sistematizamos as relações entre as formas de falar (caracterizada nos itens temáticos e suas relações semânticas), modos de pensar, contextos e compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos.

Quadro 30: Sistematização da relação entre Formas de Falar, Modos de Pensar e Compromissos no Episódio 1. *

Item Temático e Relações Semânticas (forma de falar)	Modos de Pensar	Compromissos
Pílula da inteligência – Co/At – Efeito psicológico	A pílula da inteligência como algo com efeito psicológico	São adotados compromissos epistemológicos, buscando conhecimentos científicos (efeito psicológico), socialmente legitimados, para justificar suas explicações.
Pílula da inteligência – Co/At – O remédio não faz efeito	A pílula da inteligência como algo sem efeito	São adotados compromissos axiológicos, pois a discussão é guiada por um juízo de valor em relação ao objeto: não fazer efeito.
Pílula da inteligência – Co/At - placebo	A pílula da inteligência como algum sem efeito com atributo que reproduz o discurso midiático.	Os estudantes associam conhecimentos científicos e informações da mídia na explicação. A expressão placebo, não é comum no cotidiano dos estudantes, mas está na mídia, nas séries de televisão, etc. Surgem compromissos epistemológicos.
Pílula da inteligência – Cs/Cq - danos ao cérebro	A pílula da inteligência como causa que tem consequências definidas	Os estudantes associam o conhecimento científico (dano cerebral) como consequência do uso do medicamento, adotando compromissos epistemológicos e ontológicos.
Pílula da inteligência – Td/Prt - composição	A pílula da inteligência como algo que tem uma composição específica	São adotados compromissos epistemológicos, buscando conhecimentos científicos (composição), socialmente legitimados, para justificar suas explicações.
Automedicação - Sin - Tomar remédio por conta própria	Automedicação como uma questão social com expressões sinônimas usadas no cotidiano.	Os estudantes incluem a questão da automedicação uma dimensão social, vinculada a compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos.
Automedicação - Sin - Sem prescrição médica	Automedicação como uma questão social com expressões sinônimas usadas no cotidiano.	Os estudantes incluem a questão da automedicação uma dimensão social, vinculada a compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos.
Automedicação – Aç/Mt – Confio nos efeitos anteriores	A automedicação como uma ação natural motivada pela confiança nos efeitos anteriores de determinado medicamento	Os estudantes se referem à natureza do objeto em si quando conceituam automedicação adotando compromissos ontológicos. E adotam também compromissos axiológicos com um forte componente emocional e valorativo presentes nas suas falas: “confio na ação prescrita pelo médico (turno 36)”; “Confio nos efeitos anteriores (turno 38)”.
Automedicação – Pr/Re – o risco depende da medicação	Automedicação como processo com riscos que dependem do tipo de medicação	A discussão parece ganhar uma dimensão mais subjetiva e tende a ser feita a partir de compromissos axiológicos, nos quais os riscos “dependem da medicação” e não da automedicação em si.
Automedicação – Pr/Me - Sem prescrição médica	Automedicação como processo com riscos e ocorrendo por algum meio	Adotam compromissos epistemológicos para se referir à natureza do objeto.

Automedicação – Co/Qt – em excesso	Automedicação com os riscos associados com a quantificação	Adoção de critérios subjetivo, pelos quais a automedicação só envolve riscos à saúde quando em excesso. Adotam-se compromissos axiológicos.
Automedicação – Pr/Re – pode causar alguma coisa	Automedicação como processo com riscos que podem ter como resultado sérias consequências	A discussão quanto as consequências da automedicação aparecem de forma genérica, na qual, não se especifica ou exemplifica nenhum risco. Adotam-se critérios mais subjetivos e do senso comum que se associam nesse momento da discussão a dimensão axiológica.
Automedicação – Pr/Re - Overdose	Automedicação como processo com riscos que podem ter como resultado sérias consequências	Adotam compromissos ontológico e axiológico com expressões que reproduzem o discurso midiático com forte componente valorativo.
Automedicação – Co/Qt – quantidade certa	Automedicação com os riscos associados com a quantificação	A discussão parece ganhar uma dimensão mais subjetiva e tende a ser feita a partir de compromissos axiológicos, nos quais os riscos “dependem da quantidade” de medicamento ingerido e não da automedicação em si. Em defesa da automedicação, parece haver um forte componente emocional aqui.
Automedicação – Cs/Cq – tipos de reações	Automedicação como causa que tem consequências, definidas e localizadas em bulas.	São adotados compromissos epistemológicos, buscando conhecimentos científicos, socialmente legitimados, para justificar suas explicações.
Tipos de reações - Loc/Lod - Bula	Automedicação como causa que tem consequências, definidas e localizadas em bulas.	São adotados compromissos epistemológicos, buscando conhecimentos científicos, socialmente legitimados, para justificar suas explicações.
Algum efeito – Inst/Cat - Alergia	A automedicação como instância que gera algum efeito	A relação semântica revela a adoção de compromissos ontológicos para se referir à natureza do objeto.
Remédios – Cs/Cq - podem beneficiar por um lado e prejudicar por outro	Remédios como causa material que tem consequências, definidas e localizadas em bulas.	A discussão é guiada por compromissos ontológicos compromissos axiológicos porque existe uma dimensão valorativa para com o objeto, na qual a automedicação é apresentada como algo comum na sociedade.
Remédios - Id/Idr - contraindicações	Remédios como causa material que tem consequências, definidas e localizadas em bulas.	Adotam-se compromissos epistemológicos para se referir a natureza do objeto e as contraindicações que são apresentadas nas bulas.
Remédios controlados – Co/At – distribuição	Remédios controlados como coisa material que tem o atributo ter uma distribuição	A relação semântica revela a adoção de compromissos ontológicos para se referir à natureza do objeto.
Remédios – Conj/Sub - Remédios controlados	Remédios como algo material	A relação semântica revela a adoção de compromissos ontológicos para se referir à natureza do objeto.
Remédios controlados – Co/At - Num certo espaço de tempo –	Remédios controlados como algo material que tem como atributo uma relação temporal	A relação semântica revela a adoção de compromissos ontológicos para se referir à natureza do objeto, processo ou evento.
Remédios controlados – Co/At – uso contínuo	Remédios controlados como algo material que tem como atributo uma relação temporal	A relação semântica revela a adoção de compromissos ontológicos para se referir à natureza do objeto, processo ou evento.

Contraindicações – Loc/Lod – todos os efeitos estavam na bula	Automedicação como causa que tem consequências, definidas e localizadas em bulas.	São adotados compromissos epistemológicos, pois ressaltam expressões voltadas ao contexto científico (contraindicações).
Composição – Idr/Id - Substâncias Químicas	As substâncias químicas identificadas como algo material que compõem os medicamentos.	São adotados compromissos epistemológicos, buscando conhecimentos científicos, socialmente legitimados, para justificar suas explicações.
Composição – Idr/Id – Drogas	Drogas identificadas como algo material que compõem o medicamento.	São adotados compromissos epistemológicos, buscando conhecimentos científicos, socialmente legitimados, para justificar suas explicações.
Composição – Idr/Id – Veneno	Veneno identificado como algo material que compõem o medicamento.	São adotados compromissos epistemológicos, buscando conhecimentos científicos, socialmente legitimados, para justificar suas explicações.
Composição – Idr/Id - Suplementos	Suplemento identificado como algo material que compõem o medicamento.	São adotados compromissos epistemológicos, buscando conhecimentos científicos, socialmente legitimados, para justificar suas explicações.

Fonte: Dados da pesquisa

*as abreviações antes da barra (/) consistem no papel desempenhado pelo termo antecedente, seguido do papel desempenhado pelo termo subsequente na relação semântica. Assim temos as seguintes abreviações: Co/At (coisa/atributo), Cs/Cq (causa/consequência), Td/Prt (todo/parte), Sin (sinônimos), Aç/Mt (ação/motivação), Idr/Id (identificador/identificado), Ido/Id (identificador/identificado), Inst/Cat (instância/categoria), Lod/Loc (localizador/localizado), Loc/Lod (localizado/localizador), Conj/Sub (conjunto/subconjunto), At/co (atributo/coisa), Co/At (coisa/atributo), Pr/Re (processo/resultado), Pr/Me (processo/meio), Co/Qt (coisa/quantificador), Cs/Re (causa/resultado), Pr/Re (processo/resultado).

De acordo com Rodrigues e Mattos (2007), para alguns conceitos a análise de modos de pensar poderá evidenciar os três compromissos simultaneamente. Para outros, uma ou outra dimensão poderá se destacar, principalmente no caso de conceitos polissêmicos, muitas vezes a dimensão epistemológica se torna imperceptível. Para outro grupo de conceitos, cuja história e epistemologia estejam bem determinadas, acontecerá que a dimensão epistemológica que terá maior evidência. Porém, em ambos os casos, os conceitos terão componentes descritas em função de um eixo axiológico mais ou menos definido.

Possivelmente, os estudantes quando discutiram a QSC no episódio 1, não tinham claras as intenções fazer emergir diferentes contextos, nem tão pouco estão conscientes de compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos que subjazem a discussão em sala de aula. Porém quando uma QSC é tratada em sala de aula, relações entre modos de pensar, formas de falar, contextos em que o uso do conceito tem valor pragmático e as dimensões epistemológicas, ontológicas e axiológicas revelam critérios elegidos pelos indivíduos para explicar fenômenos e contribuem para a aprendizagem numa perspectiva que vai além da dimensão científica.

Nessas circunstâncias, ao longo de toda a sequência didática os estudantes vivenciaram experiência de aprendizagem nas quais contextos, modos de pensar e compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos precisavam ser mobilizados. E no âmbito dessas atividades os conceitos foram sendo construídos.

A análise do episódio 1 nos ajudou a caracterizar diferentes modos de pensar sobre o tema e os conceitos envolvidos que emergem no trabalho com QSC a partir da perspectiva do perfil conceitual e dos elementos da semiótica social de Lemke (1992). Considerando essa caracterização geral realizada para o episódio 1, na perspectiva de compreender como a noção de aprendizagem se redimensiona a partir da relação entre QSC, contexto e perfil conceitual e responder assim, nosso terceiro objetivo específico nos propomos a análise do episódio 3 e 4 da experiência de aprendizagem culminantes que será discutido a seguir.

6.3.3.2. Análise das interações discursiva produzidas na Experiência de Aprendizagem Culminante

Nessa etapa, analisamos episódios significativos da discussão sobre as duas questões sociocientíficas da sala de aula. Os episódios foram extraídos das aulas 15, 16 e 17 que representaram a fase final da sequência didática, a experiência culminante do trabalho com as QSC's que reflete em certa medida toda a construção processual dos elementos que circunscrevem o tema e os conceitos que foram abordados.

Nessa aula, os estudantes se organizaram em cinco grupos, por afinidade, cada grupo trabalhou em conjunto com duas situações e textos de apoio através dos quais duas QSC's distintas foram tratadas e originaram dois episódios para análise:

- Episódio 2: QSC sobre automedicação.
- Episódio 3: QSC sobre medicamentos de referência, genéricos e similares.

Por razões de tempo, para compor uma análise mais detalhada para cada um desses episódios, consideramos apenas as interações promovidas por dois grupos de estudantes distintos que consideramos representativos dos demais estudantes no engajamento, participação e nas ideias comuns apresentadas.

É importante salientar que ao longo de toda a sequência didática os grupos foram formados mais ou menos pelos mesmos membros, da primeira atividade em grupo até esta última. Em nessa atividade específica de discussão das QSC's, em cada grupo havia um monitor licenciando do 8º período de química da Universidade Federal Rural de Pernambuco da Unidade Acadêmica de Serra Talhada-PE (UFRPE/UAST), que estavam realizando atividades de ESO B sobre orientação da pesquisadora.

6.3.3.2.1. Análise do Episódio 2: QSC sobre Automedicação

Na primeira QSC, foi entregue ao grupo uma situação envolvendo uma jovem vestibulanda imersa numa rotina frequente de estudo e sem tempo para buscar ajuda médica para um problema de saúde. A jovem já é adepta da automedicação, pois quando acometida por dores de cabeça na sua infância, recorreu a diversos medicamentos por conta própria que na ocasião resolveram o problema, mas, agora o problema de saúde retorna com maior frequência. Surge então a questão principal: seria correta a automedicação no caso da estudante?

Apesar da questão se aproximar do contexto pessoal dos estudantes da turma de 3º ano, também vestibulandos e imersos numa rotina de estudos em que a saúde às vezes fica em segundo plano, essa problemática não diz respeito apenas a um dilema individual, e isso é apontado nos textos de apoio e na própria situação. A automedicação é um problema nacional, o Brasil é recordista mundial em automedicação, de acordo com pesquisa de 2016 feita pelo Instituto de Ciência Tecnologia e Qualidade (ICTQ). Isso revela a tensão entre a dimensão individual e a coletiva da QSC estudada e a quão rica pode se tornar a discussão.

Além da QSC foi entregue aos grupos um texto intitulado “O que é a automedicação, causa e quais as consequências?” extraído de um site chamado Minuto Saudável. Quatro cartões fichas contendo informações sobre: A Química do Tylenol®, A Química da Neosaldina®, A Química da Sonridor Caf® e A Química do Dipirona® elaboradas pela pesquisadora. E um infográfico, extraído de uma propaganda de medicamento para dor de cabeça, de venda livre no mercado, com informações sobre possíveis causas para dor de cabeça, intitulado: “As mulheres que sofrem mais”. E foi solicitado que ao final da discussão fizeram uma sistematização das ideias discutidas em uma ficha de resposta que deveria trazer o posicionamento final do grupo.

As questões que nortearam a discussão sobre a automedicação foram. “Em sua opinião: Bianca deve acatar o mesmo tratamento da Paula, utilizando o TYLENOL® para alívio das dores

de cabeça? Por quê? Quais as substâncias químicas presentes nesses medicamentos? Elas estão presentes apenas no TYLENOL®? Você é a favor da automedicação? Por quê? Em quais situações? É correto tomar um remédio sem prescrição médica? Mesmo quando se trata de uma dor de cabeça? Por quê? A Paula (amiga de Bianca) está correta ao usar indiscriminadamente ao TYLENOL®? Quais os benefícios e os riscos envolvidos?”

No âmbito dessas discussões, o quadro 31 apresenta a discussão do grupo 1 sobre a QSC envolvendo a automedicação, o qual caracterizamos como episódio 2. E a partir das interações discursivas produzidas nesse episódio buscamos analisar modos de pensar associados ao contexto de aplicação dos conceitos tratados, compromissos epistemológicos ontológicos e axiológicos que emergem no momento da discussão sobre a temática associada aos conceitos e o processo de conceituação dos estudantes.

Quadro 31: Episódio 2 - Discussão do grupo 1 Sobre a QSC da Automedicação

1	E1: A outra pergunta que tem aqui é... Bianca está sem tempo para procurar ajuda médica, nesse caso a porquê?
2	M: Vamos lá. Agora a gente vai olhar sobre automedicação nos textos que vocês já leram, a pergunta é.
3	E1: Neste caso a automedicação seria uma solução ou problema?
4	M: Vamos lá, para Bianca a automedicação é uma solução ou um problema?
5	E2: Seria um problema
6	E4: Na situação que ela se encontra , se ela não tem um acesso fácil a um hospital, um posto de saúde, na mente dela seria uma solução porque iria solucionar o problema dela.
7	M: Mas vamos ver, ela vem se automedicando há um tempo.
8	E2: Desde pequena
9	M: E aí a automedicação nesse caso que seria tomar o Tylenol ou optar por outra coisa, funcionaria? Seria uma solução?
10	E4: Seria um problema , em minha opinião seria um problema, porque ela já...
11	M: Tylenol é outro medicamento, vamos olhar agora a Neosaldina®, Sonridor® e Dipirona sódica, vamos ver o princípio ativo para ver se o medicamento que ela estava tomando, se eles possuem o mesmo princípio ativo, se era o mesmo medicamento ou não?
12	E4: O princípio ativo do Tylenol é o paracetamol . O princípio ativo do dipirona é ele mesmo, dipirona .
13	E1: O princípio ativo do Sonridor® é o paracetamol e a cafeína
14	E4: E do Neosaldina® o princípio ativo é o dipirona , a cafeína e mucato de isometepteno . Aí do Sonridor® é o paracetamol e a cafeína e do Tylenol® é só o paracetamol .
15	M: Vocês tão conseguindo ver se tem o mesmo princípio ativo?
16	E1 e E4: Na Neosaldina® e no Sonridor® tem a cafeína e nos outros não.
17	M: vamos olhar o grupo funcional, porque a gente precisa ver se esses medicamentos que ela tomando são os mesmos. São quatro Neosaldina®, Sonridor®, dipirona sódica e o Tylenol®. A gente precisa ver se eles são o mesmo medicamento ou não, se possuem o mesmo princípio ativo.
18	E4: Eles não são o mesmo medicamento . Eles não possuem o mesmo princípio ativo
19	E1: Então é por isso que em minha opinião não seria uma solução pra ela, porque ela já ia ter tomado três remédios.

20	E4: Eles não têm o mesmo princípio ativo , mas tipo a classificação da ação do medicamento é a mesma, que é reduzir a febre que um analgésico... Digo um antitérmico que ele reduz a...
21	E2: Reduzir a temperatura corporal
22	E4: O analgésico no caso ele reduz a dor e não a febre
23	M: Então anota você citou dois pontos: não possui o mesmo princípio
24	E4: Mas a classificação da ação deles é a mesma
25	M: Vamos lá mais coisas, sobre os medicamentos.
26	E1: A Neosaldina® ele é pra diminuir a dor e a febre .
27	E4: Um antitérmico e um analgésico
28	M: Vamos lá vamos olhar, aqui é a Neosaldina ela possui a cafeína, dipirona e isometepteno.
29	E4: O Sonridor® é pra alívio de febre e dor de intensidade leve a moderada, tipo uma dor de cabeça, enxaqueca, cólica .
30	M: E a dipirona sódica quem é o princípio ativo?
31	E1: Da dipirona é ela mesma
32	M: Então nós já encontramos dois medicamentos com o mesmo princípio ativo, né?
33	E1: Que foi o dipirona
35	E2: E qual foi o outro?
36	E1: Porque Sonridor® é paracetamol e cafeína .
37	E4: E o paracetamol é do Tylenol® também
38	M: Analisa cada um, vamos lá Tylenol cadê?
39	E1: o princípio ativo é o paracetamol do Tylenol®
40	M: E o da Neosaldina®?
41	E1 e E4: A cafeína, a dipirona e o mucato de isometepteno .
42	M: E do Sonridor®?
43	E4: Do Sonridor® é a cafeína também
44	E1: É o paracetamol e cafeína . O paracetamol é o mesmo caso do
45	E4: Do Tylenol®
46	E1: A cafeína também que é a mesma coisa do Neosaldina® .
47	M: Então o que é que vocês conseguem ver? Por tudo o que foi apresentado hoje...
48	E1: Que esses medicamentos têm praticamente o mesmo princípio ativo .
49	M: Então ela estava tomando praticamente...
50	E1: Ela estava tomando praticamente os mesmos remédios .
51	M: Outro ponto. Então o Tylenol® seria solução?
52	E1: Não seria a solução . O Tylenol® seria o acúmulo de mais um remédio com o mesmo efeito.
53	M: Exatamente, anota. E vocês meninos?
54	E1: Então todo mundo chega a um consenso que ela se automedicar seria um problema . Porque seria o acúmulo de mais um remédio com o mesmo princípio ativo .
55	Todos: Sim
56	E1: Então seria um problema , não seria uma solução.

Fonte: Dados da Pesquisa

Na análise do episódio 2, referente a discussão do grupo 1, os estudantes chegam a um consenso que a automedicação, mesmo no caso da personagem Bianca seria um problema. E apresentam em suas justificativas o predomínio de ideias científicas, sobretudo no recorte apresentado no episódio em questão, no qual discutem sobre as substâncias químicas presentes nos

diversos medicamentos que a jovem já utilizou e identificam entre alguns desses medicamentos, semelhanças do ponto de vista químico, no princípio ativo e algumas substâncias nele presentes.

Após essa discussão, os estudantes fizeram uma sistematização das ideias discutidas em uma ficha de resposta que deveria trazer o posicionamento final do grupo. A ficha de resposta do grupo trazia o seguinte texto:

“No geral, não somos a favor da **automedicação**, mas no caso de **Bianca**, a **necessidade** faz com que ela se automedique. Não é correto **tomar remédio sem prescrição**, porque há chances de acarretar **reações indesejadas**. Mas, **na situação de Bianca** é “**correto**” (aspas dos estudantes) pela **acessibilidade** e a **necessidade** presente **na zona rural**. O **aumento das dosagens** pode acarretar **reações indesejadas no organismo**, levando também a **adaptação no nosso corpo**. Pelo fato de que ambos possuem o **mesmo princípio ativo**, gerando **acúmulo no organismo**, sem **eficácia nenhuma**. As **substâncias químicas** presentes nestes **medicamentos** são: **paracetamol, cafeína, isomepteno e dipirona**. E o paracetamol tem no Tylenol® e no Sonridor®. Fatores contra: **a superdosagem (adaptação do organismo); reações alérgicas**; nem todos possuem o **mesmo princípio ativo**, mas a classificação é a mesma; **remédios com o mesmo efeito**, no caso do Tylenol®, seria o **acúmulo do mesmo medicamento**; referente à automedicação não temos conhecimento sobre a **composição**; Bianca e Paula não possuem o mesmo organismo, pode então causar efeitos contrários; como Bianca já tomava o paracetamol, não iria diferenciar, não haveria melhora. Fatores a favor: **dificuldade de acesso a postos de saúde/hospital.**”

Fonte: Dados de pesquisa.

Quando observamos tanto o processo de negociação de sentidos e significados no episódio 2, quanto a síntese com o posicionamento do grupo 1 em relação a automedicação, percebemos uma tensão entre a dimensão individual (a identificação que eles têm com a personagem) e a dimensão coletiva (riscos da automedicação para a saúde *versus* o sistema público de saúde precário e a dificuldade de acesso a um serviço de qualidade para a população). E nesse sentido o posicionamento dos estudantes parece até controverso. Embora os estudantes declarem uma posição contrária à automedicação e listem uma série de fatores que justifica esse posicionamento, eles parecem se sensibilizar com o caso da jovem dentro dessa dimensão mais individual e isso tende a se ampliar quando os problemas da coletividade também são pensados. Essa tensão poderia ter sido minimizada se na fala dos estudantes tivessem resgatado o conceito de automedicação responsável, trabalhado nas aulas.

Nas falas dos estudantes tanto no episódio 2 quanto na síntese do posicionamento do grupo, de uma maneira geral, a decisão parece ter sido tomada predominantemente guiada por compromissos epistemológicos, quando as ideias científicas emergem na discussão, mas também com um forte apelo emocional guiado por compromissos axiológicos.

No âmbito dessa discussão para identificar mais detalhadamente os compromissos nos ateremos à caracterização das formas de falar (a partir da identificação dos itens temáticos e das relações semânticas estabelecidas entre eles) e dos modos de pensar que emergem nas interações discursivas do episódio 2 e da resposta final.

No episódio 2, identificamos os seguintes itens temáticos nas falas dos estudantes: automedicação (turno 3); problema (turno 5, 10, 54, 56); solução (turno 6); princípio ativo (turno 12); Tylenol (turno 12); paracetamol (turno 12); dipirona (turnos 12, 41); Sonridor (turno 13); Paracetamol (turno 13, 14, 39); cafeína (turno 13); Neosaldina (turnos 14, 15, 46); princípio ativo (turnos 14, 39); dipirona (turno 14), cafeína (turno 14); mucato de isomepteno (turnos 14, 41); Sonridor (turnos 14, 15, 43); paracetamol (turnos 14, 15, 37, 44); cafeína (turno 14, 15, 41, 43, 44, 46); Tylenol (turnos 14, 37, 45); não são o mesmo medicamento, não possuem o mesmo princípio ativo (turnos 18, 20); não seria uma solução (turno 19); reduzir a febre (turno 20); antitérmico (turnos 20, 26); reduzir a temperatura corporal (turno 21); analgésico (turnos 22, 26); reduz a dor (turno 22); Neosaldina (turno 26); diminui dor e febre (turno 26); Sonridor (turnos 29, 36); alívio de febre e dor (turno 29); intensidade leve e moderada (turno 29); dor de cabeça, enxaqueca, cólica (turno 29); mesmos remédios (turno 50); medicamento (turno 48); Tylenol (turno 52); não seria a solução (turno 52); acúmulo de mais um remédio (turno 52); automedicação (turno 54); acúmulo de mais um remédio (turno 54); eles têm praticamente o mesmo princípio ativo (turno 54); mesmo princípio ativo (turno 54).

E, ainda na resposta final apareceram os seguintes itens temáticos: automedicação; tomar remédio sem prescrição; reações indesejadas; na situação de Bianca; “correto”; acessibilidade; necessidade; na zona rural; o aumento das dosagens; reações indesejadas; organismo; adaptação no nosso corpo; mesmo princípio ativo; acúmulo; organismo; eficácia nenhuma; substâncias químicas; medicamentos; paracetamol, cafeína, isomepteno e dipirona; a superdosagem; (adaptação do organismo); reações alérgicas; mesmo princípio ativo; remédios com o mesmo efeito; acúmulo do mesmo medicamento; falta de acesso a postos de saúde/hospital.

Considerando os itens temáticos identificados nas falas dos estudantes tanto no episódio 2 quanto na resposta final dos estudantes, foram construídas as relações semânticas expressas no Quadro 32:

Quadro 32: Sistematização das relações semânticas presentes na fala dos estudantes no episódio 2*

Item Temático	Relação Semântica	Item Temático
Automedicação	Coisa/Atributo	problema
Automedicação	Atributo/Coisa	Solução
Automedicação	Ação/Motivação	dificuldade de acesso a postos de saúde/hospital
Automedicação	Coisa/Atributo	não seria uma solução
Automedicação	Processo/Razão	Necessidade
Automedicação	Coisa/Atributo	correto
Automedicação	Processo/Razão	acessibilidade/ necessidade na zona rural
Automedicação	Coisa/Atributo	problema
Tylenol	Coisa/Atributo	não seria a solução
Tylenol	Consequência/Causa	acúmulo de mais um remédio
Tylenol	Todo/Parte	paracetamol
Na situação de Bianca	Beneficiário/Processo	Automedicação
O aumento das dosagens	Causa/Consequência	reações indesejadas
O aumento das dosagens	Causa/Consequência	Adaptação no nosso corpo
Tomar remédio sem prescrição	Causa/Consequência	reações indesejadas
reações indesejadas	Processo/Paciente	organismo
Mesmo princípio ativo	Causa/Consequência	acúmulo no organismo
acúmulo no organismo	Causa/Consequência	eficácia nenhuma
Reações alérgicas	Consequência/Causa	A superdosagem
A Superdosagem	Causa/Consequência	(adaptação do organismo);
Dipirona	Todo/Parte	Princípio ativo
Princípio ativo	Identificador/Identificado	caféina
Princípio ativo	Identificador/Identificado	mucato de isometepteno
Princípio ativo	Identificador/Identificado	paracetamol
Paracetamol	Identificado/Identificador	Princípio ativo
Paracetamol	Parte/Todo	Tylenol
Neosaldina	Todo/Parte	princípio ativo
Neosaldina	Todo/Parte	caféina
Neosaldina	Agente/Processo	diminuir a dor e a febre
princípio ativo	Identificador/Identificado	dipirona
Sonridor	Todo/Parte	Princípio ativo caféina
Sonridor	Todo/Parte	caféina
Sonridor	Todo/Parte	paracetamol
Sonridor	Item/Adição	caféina
Sonridor	Agente/Processo	alívio de febre e dor
Paracetamol/caféina/isometepteno/dipirona	Classe subordinada/Classe Supraordenada	Substâncias químicas
Substâncias Químicas	Atributo/Portador	Medicamentos
Reduzir a febre corporal	Sinônimo	reduzir a temperatura
Reduzir a temperatura	Processo/Agente	antitérmico
Analgésico	Agente/Processo	reduz a dor
Dor	Instancia/Categoria	cabeça, enxaqueca, cólica
alívio de febre e dor	Coisa/Quantificador	intensidade leve a moderada
Medicamentos	Identificador/Identificado	praticamente o mesmo princípio ativo
praticamente o mesmo princípio ativo	Condição/Item condicionado	mesmos remédios
não possuem o mesmo princípio ativo	Causa/Consequência	Não são o mesmo medicamento

Fonte: Dados da pesquisa.

*as denominações antes da barra (/) consistem no papel desempenhado pelo termo antecedente, seguido do papel desempenhado pelo termo subsequente na relação semântica.

De acordo com a tabela 2, no episódio 2, são identificadas nas relações semânticas diferentes formas de falar e analisar a QSC estudada que expressam ideias que evidenciam tanto aspectos sociais quanto científicos. Essas ideias caracterizam a heterogeneidade do pensamento verbal e podem ser interpretadas nos diferentes modos de pensar sobre a problemática. O que reflete a dinâmica do perfil conceitual nas formas de falar dos estudantes quando a QSC foi discutida no episódio e também o processo de conceituação dos estudantes, de forma geral, pois além da incorporação de ideias científicas as explicações dos estudantes, se estabelecem relações importantes com os aspectos sociais que devem ser considerados. Para cada uma das diferentes formas de falar associamos modos de pensar que se relacionam as ideias expressas na fala dos estudantes.

Enquanto que no episódio 1, não havia um posicionamento bem definido e a discussão sobre a automedicação estava relacionada as experiências pessoais dos estudantes com ideias associadas: a expressões do senso comum ou cotidianas, a reprodução de um discurso midiático e a dimensão social da automedicação (com caráter superficial) com automedicação sendo considerada como algo natural. Enquanto que no episódio 2, a discussão assume outro caráter, com argumentos mais sofisticados que vão além da experiência pessoal e incorporam-se às experiências de aprendizagem dos estudantes durante a sequência didática, incluindo diversos aspectos tratados nas aulas (substância química, princípio ativo, Paracetamol/cafeína/isomepteno/dipirona, reações adversas, etc.) que ampliam a discussão porque passam a considerar aspectos sociais e científicos correlacionados.

Nessa direção, os itens temáticos e as relações semânticas identificadas evidenciam diferentes modos de pensar sobre a automedicação, nesse momento da discussão (episódio 2), e a ampliação da visão dos estudantes em relação à problemática com a incorporação de novos itens temáticos que refletem novas formas de falar e pensar sobre o tema em sua relação com o conteúdo.

Em relação à automedicação identificamos, a partir das relações semânticas, os seguintes modos de pensar: [1] Automedicação como problema (dimensão social), [2] Automedicação como ação motivada pela dificuldade de acesso a postos de saúde/hospital (dimensão social), [3] Automedicação como processo justificado pela necessidade (dimensão social), [4] Automedicação

como causa que têm como consequência reações indesejadas, [5] Automedicação como causa que têm como consequência adaptações no corpo e [6] Automedicação como causa que têm riscos e consequências. É possível perceber modos de pensar que se relacionam às ideias e expressões mais científicas (4 e 5), e outros que se relacionam mais a dimensão social da QSC estudada (1, 2 e 3).

Outras categorias associadas aos demais itens temáticos identificados na tabela, representativos de modos de pensar com ideias e expressões mais científicas foram: modos de pensar nos quais substâncias químicas e princípio ativo dos medicamentos são identificados; modos de pensar que expressam que existe uma relação entre propriedades dos medicamentos e sua natureza; modos de pensar nos quais o efeito terapêutico é o processo e o tipo de medicamento, o agente; e por fim, modos de pensar nos quais o efeito terapêutico é o processo, o tipo de medicamento é o agente, mas, a dor é quantificada e categorizada.

De uma maneira geral, identificamos na análise do episódio 2, predominantemente, modos de pensar que se relacionam a ideias e expressões científicas e modos de pensar que se relacionam a ideias e expressões que evidenciam a dimensão social da QSC - dois diferentes grupos ou comunidades discursivas. O quadro 33 sistematiza as relações entre os diferentes modos de pensar caracterizados no episódio 2, relacionando-os com ideias e expressões científicas e não científicas:

Quadro 33: Sistematização das relações entre as ideias que emergiram no episódio 2 (comunidades discursivas) e os respectivos modos de pensar com os quais se associam

	Comunidade Discursiva 1: ideias e expressões científicas	Comunidade Discursiva 2: ideias e expressões que evidenciam a dimensão social da QSC
Modos de Pensar	Substâncias químicas e princípio ativo dos medicamentos são identificados	Automedicação como problema (dimensão social)
	Existe uma relação entre propriedades dos medicamentos e sua natureza	Automedicação como ação motivada pela dificuldade de acesso a postos de saúde/hospital (dimensão social)
	O efeito terapêutico é o processo e o tipo de medicamento, o agente.	Automedicação como processo justificado pela necessidade (dimensão social)
	O efeito terapêutico é o processo, o tipo de medicamento é o agente, mas, a dor é quantificada e categorizada.	
	Automedicação como causa que têm como consequência reações indesejadas	
	Automedicação como causa que têm riscos e consequências	
	Automedicação como causa que têm como consequência adaptações no corpo	

Fonte: Dados da pesquisa

Comparando os modos de pensar que emergiram no episódio 1 com aqueles que emergiram no episódio 2, percebemos indícios de apropriação por parte dos estudantes tanto das dimensões científicas envolvidas na QSC: as substâncias químicas e princípio ativo dos medicamentos identificados pelos estudantes, o estabelecimento de relações entre as propriedades dos medicamentos e sua natureza ou efeito terapêutico, a dor categorizada (leve e moderada), o conceito de automedicação foi reestruturado, se comparado ao episódio 1, no qual a automedicação era considerada como algo natural, e agora no episódio 2, passa a ser encarada como ação que causa consequências e envolve riscos. Isso reflete a aprendizagem tanto de conceitos científicos quanto de outras formas de conhecimento e revela, de uma maneira geral, o processo de conceituação dos estudantes quando envolvidos na discussão da QSC.

Em relação ao conceito de substância, é interessante perceber que ele surge no contexto da discussão apresentada no episódio 2, relacionado a zona racionalista do perfil associado à visão microscópica, quando os estudantes identificam algumas substâncias químicas presentes nos medicamentos, porque, além de ideias associadas às propriedades macroscópicas, as ideias dos estudantes sugestionam algum conhecimento da constituição atômico molecular das substâncias e das diversas classificações que a compõem. Isso ocorre quando identificam diversas substâncias químicas (princípios ativos) presentes nos medicamentos que estão estudando, e relacionam essas substâncias as suas propriedades expressa na relação que fazem entre propriedades dos medicamentos e sua natureza.

Quanto aos tipos de contextos, na análise, a relação que buscamos estabelecer não pretende ser fixa ou estável. Estamos considerando que nos contextos temáticos tudo que dizemos pode ganhar outro sentido que estará relacionado com o que ouvimos ou usamos em outras situações, circunstâncias ou nos grupos sociais, que constroem sentidos próprios para uma mesma temática. Assim, consideramos que as ideias científicas presentes nas falas dos podem ser classificadas no âmbito da classe de contexto indexical, pois representam conhecimentos socialmente legitimados por um grupo social ou comunidade, no nosso caso específico, a comunidade científica escolar. Enquanto que as expressões e ideias que se referem à dimensão social da QSC podem ser oriundas de contextos sociais mais amplos, pois refletem ideias gerais sobre o tema e representam não um grupo social específico, mas refletem a necessidade da sociedade de forma coletiva a partir da dimensão individual discutida na QSC.

Nessa direção, podemos inferir que a discussão dos estudantes contemplou dois aspectos importantes e necessários à compreensão da QSC: a dimensão social e também a base científica envolvida na questão da automedicação.

Com base nessa discussão, no quadro 34 sistematizamos as relações entre as formas de falar (caracterizada nos itens temáticos e suas relações semânticas), os modos de pensar e os compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos.

Quadro 34: Sistematização da relação entre Formas de Falar, Modos de Pensar e Compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos no Episódio 2*

Item Temático e Relações Semânticas (forma de falar)	Modos de Pensar	Compromissos
Automedicação – Co/At – problema	Automedicação como problema (dimensão social)	Ao caracterizar a automedicação como problema emerge um compromisso ontológico e também axiológico, pois, os estudantes aqui fazem essa associação baseada no sentimento que agora possuem em relação à automedicação e sua natureza.
Solução – At/Co – Automedicação – Aç/Mt - dificuldade de acesso a postos de saúde/hospital	Automedicação como ação motivada pela dificuldade de acesso a postos de saúde/hospital (dimensão social)	Há uma mudança ontológica na natureza do objeto que agora passa a ser “solução” na fala de E4 (turno 6). Nessa discussão, são adotados compromissos ontológico e axiológico, pois a discussão é guiada por um juízo de valor onde a situação da personagem sensibiliza aos estudantes, e passam a considerar suas dificuldades específicas na situação da QSC estudada.
Automedicação – Co/At - não seria uma solução	Automedicação como problema (dimensão social)	Chegam a essa conclusão com base nas discussões até o presente momento adotando compromissos epistemológicos, que foram ganhando destaque na discussão, ontológicos e axiológicos.
Tylenol – Co/At - não seria a solução – Cq/Cs - acúmulo de mais um remédio	Automedicação como problema (dimensão social)	A discussão está pautada em critérios subjetivos. Os estudantes chegam a essa conclusão baseados predominantemente em compromissos axiológicos imprimem um valor sentimental em relação à QSC.
Bianca – At/Pr - Automedicação - Pr/Ra - necessidade	Automedicação como processo justificado pela necessidade (dimensão social)	A decisão aqui parece ganhar uma dimensão mais subjetiva e tende a ser feita a partir de compromissos axiológicos.
Na situação de Bianca – Be/Pr – Automedicação – Co/At - correto – Pr/Ra - acessibilidade/ necessidade na zona rural	Automedicação como processo justificado pela necessidade (dimensão social)	Embora reconheçam os riscos da automedicação, os estudantes consideram a situação da personagem. Assim, pautam suas explicações, para justificar a ação dela, em critérios subjetivos que parecem

		envolver um sentimento de identificação em relação ao problema. A discussão aqui, tende a ser guiada por compromissos axiológicos.
Tomar remédio sem prescrição – Cs/Cq - reações indesejadas	Automedicação como causa que têm como consequência reações indesejadas	Surgem aqui compromissos epistemológicos e ontológicos, na medida em que os estudantes buscam, de alguma forma, legitimar suas explicações em critérios científicos.
O aumento das dosagens – Cs/Cq - reações indesejadas – Pr/Pa - organismo;	Automedicação como causa que têm como consequência reações indesejadas	Reconhecem os riscos da automedicação baseado nos aspectos da ciência. Surgem então compromissos epistemológicos e ontológicos na discussão.
O aumento das dosagens – Cs/Cq - Adaptação no nosso corpo	Automedicação como causa que têm como consequência adaptações no corpo	Ressaltam entre os riscos a adaptação que pode ocorrer, em longo prazo, com a utilização do mesmo medicamento. Embora, não se aprofundem nos aspectos bioquímicos que explicam essa questão, imprimem nessa explicação um compromisso mais epistemológico.
Mesmo princípio ativo – Cs/Cq - acúmulo no organismo – Cs/Cq - eficácia nenhuma	Automedicação como causa que têm riscos e consequências	Compromissos epistemológicos e ontológicos com base na discussão de aspectos científicos discutidos nas aulas.
Reações alérgicas – Cq/Cs - A superdosagem - Cs/Cq - (adaptação do organismo);	Automedicação como causa que têm riscos e consequências	Buscam, mais uma vez aspectos científicos para respaldar sua explicação. Adotando compromissos epistemológicos e axiológicos.
Dipirona – Td/Pr - Princípio ativo – Ido/Id - dipirona	As Substâncias químicas e princípio ativo dos medicamentos são identificados	Os estudantes associam conhecimentos científicos à temática abordada para criar na negociação de sentidos e significados argumentos para compreender à QSC do ponto de vista da ciência. Com informações oriundas das aulas e dos textos de apoio para a discussão da QSC em questão. Surgem compromissos epistemológicos e ontológicos.
Princípio ativo - Ido/Id – cafeína	As Substâncias químicas e princípio ativo dos medicamentos são identificados	Compromissos epistemológicos e ontológicos com base na discussão de aspectos científicos dos textos de apoio.
Princípio ativo - Ido/Id - mucato de isometepto	As Substâncias químicas e princípio ativo dos medicamentos são identificados	Compromissos epistemológicos e ontológicos com base na discussão de aspectos científicos dos textos de apoio.
Princípio ativo – Ido/Id - paracetamol	As Substâncias químicas e princípio ativo dos medicamentos são identificados	Compromissos epistemológicos e ontológicos com base na discussão de aspectos científicos dos textos de apoio.
Neosaldina – Td/Pr - princípio ativo - Ido/Id – dipirona	As Substâncias químicas e princípio ativo dos	Compromissos epistemológicos e ontológicos com base na discussão de aspectos científicos dos textos de apoio.

	medicamentos são identificados	
Neosaldina – Td/Pr - cafeína	As Substâncias químicas e princípio ativo dos medicamentos são identificados	Compromissos epistemológicos e ontológicos com base na discussão de aspectos científicos dos textos de apoio.
Sonridor – Td/Pr – Princípio ativo – Ido/Id - cafeína	As Substâncias químicas e princípio ativo dos medicamentos são identificados	Os estudantes vão diferenciando o princípio ativo de cada medicamento utilizado pela personagem, buscando criar uma opinião sobre a QSC a partir de aspectos científicos. E, identificar semelhanças e diferenças nessas substâncias químicas que estão reconhecendo. Surgem compromissos epistemológicos e ontológicos.
Sonridor – Td/Pr - cafeína	As Substâncias químicas e princípio ativo dos medicamentos são identificados	Compromissos epistemológicos e ontológicos com base na discussão de aspectos científicos dos textos de apoio.
Sonridor – Td/Pr – paracetamol – It/Ad - cafeína	As Substâncias químicas e princípio ativo dos medicamentos são identificados	Compromissos epistemológicos e ontológicos com base na discussão de aspectos científicos dos textos de apoio.
Tylenol – Td/Pr - paracetamol	As Substâncias químicas e princípio ativo dos medicamentos são identificados	Compromissos epistemológicos e ontológicos com base na discussão de aspectos científicos dos textos de apoio.
Paracetamol/cafeína/isomepteno/dipirona – CSu/CSup Substâncias químicas - At/Po - Medicamentos	As Substâncias químicas e princípio ativo dos medicamentos são identificados	Adotam compromissos epistemológicos e ontológicos na discussão baseados nos aspectos científicos, socialmente legitimados, discutidos nas aulas e presentes nos textos.
Reduzir a febre – Sin – reduzir a temperatura corporal – Pr/Ag - antitérmico	O efeito terapêutico é o processo e o tipo de medicamento, o agente	Compromissos epistemológicos e ontológicos com base na discussão de aspectos científicos discutidos nas aulas e nos textos de apoio.
Analgésico – Ag/Pr – reduz a dor	O efeito terapêutico é o processo e o tipo de medicamento, o agente	Compromissos epistemológicos e ontológicos com base na discussão de aspectos científicos discutidos nas aulas e nos textos de apoio.
Neosaldina – Ag/Pr – diminuir a dor e a febre	O efeito terapêutico é o processo e o tipo de medicamento, o agente	Compromissos epistemológicos e ontológicos com base na discussão de aspectos científicos discutidos nas aulas e nos textos de apoio.
Sonridor – Ag/Pr - alívio de febre e dor – Co/Qt - intensidade leve a moderada – Ins/Ct - dor de cabeça, enxaqueca, cólica	O efeito terapêutico é o processo, o tipo de medicamento é o agente, mas, a dor é quantificada e categorizada.	Compromissos epistemológicos e ontológicos com base na discussão de aspectos científicos discutidos nas aulas e nos textos de apoio.

Medicamentos – Ido/Id - praticamente o mesmo princípio ativo – Cnd/It - mesmos remédios	Existe uma relação entre propriedades dos medicamentos e sua natureza	Surgem aqui compromissos epistemológicos, pois os estudantes expressam um ponto de vista buscando nos aspectos científicos respaldo para suas explicações.
não possuem o mesmo princípio ativo – Cs/Cq - Não são o mesmo medicamento	Existe uma relação entre propriedades dos medicamentos e sua natureza	Os estudantes adotam compromissos epistemológicos e ontológicos para justificar seu ponto de vista buscando conhecimentos científicos, socialmente legitimados, para justificar suas escolhas.

Fontes: Dados de pesquisa.

*as abreviações antes da barra (/) consistem no papel desempenhado pelo termo antecedente, seguido do papel desempenhado pelo termo subsequente na relação semântica. Assim temos as seguintes abreviações: Co/At (coisa/atributo), Cs/Cq (causa/consequência), Td/Prt (todo/parte), Aç/Mt (ação/motivação), Id/Ido (identificado/identificador), Ins/Cat (instância/categoria), Lod/Loc (localizado/localização), At/Co (atributo/coisa), Co/Qt (coisa/quantificador), Pr/Ra (processo/razão), Be/Pr (beneficiário/processo), It/Cnd (Item condicionado/condição), Ag/Pr (agente/processo), It/Ad (item/adição), CSu/CSup (Classe Subordinada/Classe Supraordenada), At/Po (Atributo/portador).

Em síntese, análise do episódio 2 nos ajudou a caracterizar diferentes modos de pensar sobre a automedicação, quando uma QSC em relação ao tema estava sendo discutida junto aos conceitos envolvidos que emergem no trabalho com QSC, a partir da perspectiva do perfil conceitual e dos elementos da semiótica social de Lemke (1992). Considerando essa caracterização geral realizada para o episódio 2, percebemos o quanto que os aspectos científicos ganharam significado, associados às questões de relevância social abordadas. Os estudantes apresentavam pontos de vista em relação à automedicação que se ancoravam nas suas experiências pessoais e que refletiam os contextos sociais que compartilhavam, com compromissos axiológicos mais fortemente compartilhados e a partir das experiências de aprendizagem em relação à abordagem de QSC, foi possível perceber a construção de pontos de vistas que levam em consideração diferentes dimensões do conhecimento (epistemológica, ontológica e axiológica) e que valorizam a heterogeneidade do pensamento verbal.

Além da QSC sobre automedicação, outra controvérsia foi trabalhada em sala de aula, a QSC 2 sobre a polêmica entre medicamentos genéricos, similares e de referência e a patente do fabricante, cuja análise será apresentada a seguir.

6.3.3.2.2. Análise do Episódio 3: QSC sobre medicamentos de Referência x Genéricos x Similares

Na segunda QSC, foi entregue ao grupo um conjunto de questões envolvendo a polêmica entre medicamentos genéricos, similares e de referência e a patente do fabricante. Além disso, os estudantes receberam um texto de apoio intitulado “Como são produzidos os medicamentos que consumimos?”, nesse texto informações quanto à pesquisa, produção, a patente do medicamento e os caminhos que precedem seu lançamento no mercado foram disponibilizados. Para além desse texto, outro texto trabalhado em sala de aula foi consultado pelos estudantes, intitulado: “Existe diferença entre medicamentos de referência, genéricos e similares?”, que disponibilizava outras informações, inclusive do ponto de vista químico, para discussão. Assim como na QSC anterior, foi solicitado que ao final da discussão fizessem uma sistematização das ideias discutidas em uma ficha de resposta que deveria trazer o posicionamento final do grupo.

Na QSC 2, o posicionamento dos grupos foi muito semelhante quando questionados em relação às diferenças entre esses tipos de medicamentos. Todos os grupos responderam de diferentes formas que não havia diferença entre medicamentos de referência, genéricos e similares, porque o princípio ativo era o mesmo para ambos. Porém, em alguns grupos, quando questionados quanto à confiança na utilização de cada um desses medicamentos, sempre surgia um tom de dúvida, baseado no relato da experiência de algum familiar (avôs, tios, primos, etc.) ou vizinho. E na resposta, alguns grupos apresentam que a ideia no senso comum é que os originais são mais confiáveis.

Embora, consensualmente os grupos tenham declarado em suas respostas na ficha-resposta que “o princípio ativo” era o mesmo, as experiências de origem dos grupos sociais que discutiram (presentes nas gravações) pareciam fragilizar essa ideia de caráter mais científico em alguns grupos e indicar algum tipo de desconfiança em relação aos genéricos e similares. A questão era se posicionar entre uma ideia de caráter mais científico e o ponto de vista compartilhado e socialmente aceito, pelos diversos grupos sociais. Caracterizando um conflito entre os aspectos científicos, as ideias do senso comum/cotidianas oriundas dos contextos/grupos sociais que os estudantes participavam. Outro ponto importante foi o dilema ético e social que emergiu na discussão quanto à lei das patentes, ao se posicionarem, os compromissos axiológicos ganham maior ressonância no contexto dessa discussão.

Para compreender melhor os compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos que emergiram na discussão da QSC 2, caracterizarmos formas de falar, modos de pensar e contextos, a partir das interações discursivas do episódio 3, que se refere a discussão sobre essa questão no grupo 1. O quadro 35, apresenta a discussão realizada no grupo 1 sobre a QSC 2, caracterizada como episódio 3.

Quadro 35: Discussão do grupo 1 sobre a QSC 2, em relação aos medicamentos de referência, Genéricos e similares.

1	M: Vamos de questão em questão: do ponto de vista químico existe diferença entre genéricos, remédio de referência e similares?
2	E2: O princípio ativo é o mesmo
3	E4: Do ponto de vista químico não , pois o princípio ativo é o mesmo . A molécula que causa a ação terapêutica é a mesma para os três.
4	E1: Do ponto de vista químico existe diferença entre genéricos, de remédio de referência e similares? A gente falou que não.
5	M: Por quê?
6	E1: Porque o princípio ativo é o mesmo , a ação terapêutica não vai diferenciar se for referência, similar ou genérico . O preço varia , mas o princípio ativo não .
7	M: Então do ponto de vista químico.
8	Todos: Não.
9	E1: O nível de confiança é o mesmo?
10	E4: Não, porque muitas vezes os médicos, eles influenciam a pessoa a comprar um medicamento de referência só pelo fato de que ele tem uma parceria.
11	E5: É porque tem essa ideia de que o mais caro sempre tem mais confiança .
12	E1: Justamente.
13	E2: Como é?
14	E5: Não, é porque a gente tem essa ideia de que o mais caro sempre vai ser mais confiável .
15	M: O que foi que vocês disseram primeiro?
16	E1: Que muitas vezes você vai pela confiança que você tem no médico , ele lhe indica um de referência porque ele tem ali uma parceria que gera dinheiro entre ambos.
17	E4: A pessoa vai lá porque o médico falou que era o melhor, vai lá e compra.
18	E1: Nem todos, mas muita gente vai lá e faz isso. Mainha vai comprar o mais barato.
19	M: Então a resposta geral seria que?
20	E1: Que o nível de confiança não é o mesmo.
20	M: Por quê?
21	E1: Na verdade a resposta seria que...
22	E2: Eu coloquei assim: as pessoas têm a ideia de que o mais caro é o mais confiante .
23	E1: É a mesma substância química nesses vários medicamentos?
24	E2 e E1: Sim, as substâncias químicas são as mesmas .
25	E4: É a mesma porque quando o de referência ele expira a patente dele, tudo que era guardado, o que era feito em segredo durante os vinte anos é exposto. Aí as pessoas vão lá e tiram proveito e produzem o medicamento .
26	E2: Repete E4 a resposta.
27	E4: É a mesma substância química , porque quando a patente expira , muitas indústrias tiram proveito disso e produzem seus próprios medicamentos .
28	E5: Muitas indústrias se baseiam nisso. Pode ser? E fabricam seu próprio medicamento.
29	M: Você acredita que os medicamentos de referência, essa vocês praticamente já responderam...
30	E1: São mais eficazes no tratamento ou cura de doenças em relação aos outros tipos de medicamentos?
31	E4: Os medicamentos de referência não são mais eficazes não, do que o genérico e similar .

32	E5: Também acredito que não.
33	M: Vocês acreditam que o de referência é mais eficaz que o genérico e similar?
34	E2 e E1: Não, porque o de referência, o genérico e o similar , eles têm o mesmo princípio ativo .
35	E1: Na sua vida você dá preferência a algum desses medicamentos ou a outros tipos de remédios? Quais e por quê?
36	M: No geral, vocês dão mais preferência aos medicamentos de referência, aos medicamentos genéricos ou...
37	E1: Ou a remédios também.
38	E1, E2, E5: os genéricos.
39	M: Então por consenso vocês...
40	Todos: Preferimos os genéricos
41	M: Todos disseram que usam o genérico, por quê?
42	E1: Porque tem o mesmo efeito .
43	E2: Porque eles fazem o mesmo efeito.
44	M: E o que mais?
45	E5: A facilidade de encontrar
46	E4: Remédio de prateleira como chamam vulgarmente.
47	M: Então, vocês usam mais eles pela facilidade de encontrar...
48	E1: E porque também tem o mesmo efeito
49	M: Tem o mesmo efeito e...
50	E4: O custo
51	M: Era nisso que eu queria chegar.
52	E1: Ele é mais barato
53	M: Cada um usa por um motivo que acaba sendo o mesmo.
54	E2: Vou colocar que faz o mesmo efeito e é mais barato, pode ser?
40	M: É entre vocês, a resposta é de vocês.
41	Todos: Pode ser.
42	E1: Em relação à criação dos medicamentos o que você acha da lei das patentes?
43	M: Eita, e aí gente?
44	E4: Basicamente, eu acho que a lei das patentes é injusta .
45	M: Injusta?
46	E1: Também acho.
47	E5: Eu acho certa a lei das patentes, tem que liberar depois mesmo, porque tem o seu tempo de ganho do investimento que investiu.
48	E4: Os vinte anos
49	E5: É, os vinte anos. Pronto, nesse tempo ele já deve ter ganhado o dinheiro que gastou com pesquisa nesses vinte anos, já teve um retorno.
50	E4: Eu acho que essa lei é um modelo universal que quer beneficiar a todos . Primeiramente você perde investindo nisso e sabe que muitas pessoas vão lucrar com seu estudo depois.
51	E1: Em cima de você no caso.
52	E4: Mas aí, pelo custo como varia pelo custo vai beneficiar a população .
53	E5: É um investimento na humanidade .
54	E2 e E4: É.
55	M: Então na opinião de vocês é correto ou injusto? E vocês duas acham o quê? ((fala se direcionando para E1 e E3))
56	E3: Correto.
57	M: Por quê?
58	E3: Porque ele ((pesquisador/indústria)) vai se beneficiar com a patente e depois vai beneficiar a sociedade também...
59	E1: Verdade, ambos vão se beneficiar.
60	E2: Só que particularmente, eu acho que isso da patente deveria ser mais flexível nesses cantos que há pobreza...
61	E3: Para você ganhar uma coisa, primeiro você não tem que perder?
62	M: Então, vamos lá, no geral o que o grupo acha?

63	E1: Vamos minha gente, eu já disse que eu acho injusto.
64	E5: Nesse caso que E2 falou aí, eu também.
65	E4: Eu também acho injusto.
66	E5: Porque se não tivesse essa patente...
67	E1: São três contra dois
68	E2: Maioria vence, né?
69	E1: Não é uma disputa.
70	E1: Temos que formular uma resposta juntos.
71	E2: Então é injusto.
72	M: Por quê?
73	E2: Se for pensar num desses cantos pobres que precisam de genéricos e ter que esperar a patente, é injusto.

Fontes: Dados de pesquisa

No episódio 3, o grupo chega a um consenso que, do ponto de vista químico, não existe diferença entre medicamentos genéricos, de referência ou similares e justificam suas explicações a partir de critérios científicos com expressões como por exemplo: molécula (turno 3), princípio ativo (turnos 3, 6, 34), substância química (turnos 24, 27), ação terapêutica (turno 3), entre outras. No entanto quanto à discussão em relação à confiança em cada um desses tipos de medicamentos, emergiram ideias do senso comum/cotidiano que circulam no contexto social que os estudantes participam e são compartilhadas pelos grupos sociais que fazem parte (ex.: família, escola, comunidade). Por exemplo, que o “medicamento mais caro (de referência) é mais confiável” (turnos 11, 14, 22). É interessante que embora expressem essa ideia cuja origem pode estar relacionada com o contexto social em que participam os estudantes não se posicionam claramente, se a defendem ou não. Outro ponto importante que merece destaque na discussão é o dilema ético e social que se desponta na discussão em relação à lei das patentes.

Ao longo dessa discussão há uma divergência de pontos de vista, que são negociados nos turnos 44 à 49, onde o E1 e E4 se posicionam afirmando que a “lei é injusta”, mas, diante das explicações de E5 (turno 47), E4 reestrutura sua posição (turnos 50, 52) declarando que a “lei é correta”. Obtém o apoio de E5 (turno 53), mas não o de E1 (turno 51) que mantém seu ponto de vista. No entanto E2 traz um elemento novo à discussão que reestrutura o posicionamento do grupo, quando aponta para a necessidade de flexibilização dessa lei em lugares/países mais pobres que se beneficiam com medicamentos genéricos e similares (turno 60, 73). Nesse ponto, a discussão ganha um novo sentido, com a emergência de valores de justiça social para analisar a problemática levantada na QSC, guiados fortemente por compromissos axiológicos. E esses valores de justiça social que emergiu na fala de E2, passam a ser compartilhados pelo grupo no posicionamento final da ficha de resposta.

Ao final da discussão os estudantes fizeram uma sistematização das ideias debatidas em uma ficha de resposta que deveria trazer o posicionamento final do grupo. A ficha de resposta do grupo trazia o seguinte texto:

Do ponto de vista químico, não existe diferença, porque o princípio ativo é o mesmo. Só que o nível de confiança não é o mesmo, porque as pessoas têm a ideia que o mais caro é o mais confiante. Mas, é a mesma substância química que está ali, porque quando há expiração da patente, muitas indústrias se baseiam nisso e produzem seu produto. E não tem diferença na eficácia de um ser mais eficaz que o outro, pois, eles têm o mesmo princípio ativo. Sim, a gente prefere o genérico, porque faz o mesmo efeito e é mais barato. Na lei das patentes achamos injusto e correto. Essa lei tem que ser mais flexível. As vantagens de ser mais flexível pode ser o custo benefício para a sociedade. Para a indústria o lucro será menor. E, para o governo será ótimo, pois facilitaria o desenvolvimento na saúde do país.

Dados da pesquisa.

Nessa direção no posicionamento final dos estudantes mantiveram-se os aspectos científicos discutidos no episódio 3 para expressar seu ponto de vista, indicando não existir diferença entre os três tipos de medicamentos. A associação entre “*o mais caro é mais confiável*”, também se manteve. E essa é uma ideia comumente aceita no senso comum/cotidiano desses estudantes. Porém, em relação à lei das patentes, a resposta final parece agregar valores de justiça social indicadas na fala de E2 e agora compartilhadas pelo grupo.

De uma maneira geral, no episódio 3, identificamos os seguintes itens temáticos nas falas dos estudantes: Do ponto de vista químico (turno 3); o princípio ativo (turnos 3, 6); mesmo (turnos 3, 6); Molécula (turno 3); ação terapêutica (turno 6); ação terapêutica não vai diferenciar (turno 6); referência, similar ou genérico (turno 6); o princípio ativo não (turno 6); preço varia (turno 6); Nível de confiança (turno 9); o mais caro (turno 11); tem mais confiança (turno 11); as pessoas tem a ideia (turno 14, 22); mais caro (turno 14, 22); mais confiável (turno 14); confiante (turno 22); indica um de referência (turno 16); gera dinheiro (turno 16); confiança (turno 16); no médico (turno 16); Substâncias químicas (turno 24, 27); são as mesmas (turno 24); expira a patente (turno 25); produzem o medicamento (turno 25); substância química (turno 27); patente expira (turno 27); indústrias (turno 27); produzem seus próprios medicamentos (turno 27); medicamentos de referência (turno 31); não são mais eficazes (turno 31); do que o genérico e similar (turno 31); referência, o genérico e o similar (turno 34); mesmo princípio ativo (turno 34); preferimos os genéricos (turno 40); tem o mesmo efeito (turno 42); facilidade de encontrar (turno 45); remédio de prateleira (turno 46); o custo (turno 50); é mais barato (turno 52); lei das patentes

(turno 44, 47); injusta (turno 44); certa (turno 47); tem que liberar depois (turno 47); tempo de ganho do investimento (turno 47); Lei (turno 50); modelo universal (turno 50); beneficiar a todos (turno 50); pelo custo (turno 52); vai beneficiar a população (turno 52); investimento na humanidade (turno 53); Ele ((pesquisador/indústria)) (turno 58); beneficiar (turno 58); beneficiar a sociedade (turno 58); patente (turno 60); mais flexível (turno 60); cantos que há pobreza (turno 60); cantos pobres (turno 73); precisam de genéricos (turno 73); esperar a patente (turno 73); é injusto (turno 73). Em relação à resposta final, além da manutenção de alguns itens temáticos anteriormente citados, novos termos aparecem. Então temos: expiração da patente; muitas indústrias; produzem seu produto; produto; não tem diferença na eficácia; mesmo princípio ativo; lei das patentes; injusto; correto; Lei; mais flexível; vantagens; custo e benefício; sociedade; indústria; lucro será menor; Governo; desenvolvimento na saúde.

Considerando os itens temáticos identificados nas falas dos estudantes tanto no episódio 3 quanto na resposta final dos estudantes, foram construídas as relações semânticas expressas no quadro 36:

Quadro 36: Sistematização das relações semânticas presentes na fala dos estudantes no episódio 3*

Item Temático	Relação Semântica	Item Temático
O princípio ativo	Coisa/Atributo	é o mesmo
O princípio ativo é o mesmo	Coisa/Classificador	Do ponto de vista químico
O Princípio ativo é o mesmo	Causa/Consequência	ação terapêutica não vai diferenciar
O princípio ativo não varia	Atributo/Coisa	Referência, similar ou genérico
Referência, similar ou genérico	Coisa/Atributo	preço varia
Produto	Coisa/Atributo	não tem diferença na eficácia
não tem diferença na eficácia	Ação/Motivação	mesmo princípio ativo
Molécula	Agente/Processo	ação terapêutica
ação terapêutica	Coisa/Atributo	mesma
Medicamentos de referência	Coisa/Atributo	não são mais eficazes
não são mais eficazes	Atributo/Coisa	Do que genérico e similar
Nível de confiança	Atributo/Coisa	o mais caro
o mais caro	Coisa/Atributo	tem mais confiança
Tem mais confiança	Sinônimo	mais confiável /confiante
Confiança	Atributo/Portador	no médico
médico	Agente/Processo	Indica um de referência
Indica um de referência	Ação/Motivação	parceria
parceria	Ação/Motivação	gera dinheiro
Substâncias químicas	Identificado/Identificador	são as mesmas
Substância química	Paciente/Processo	patente expira
patente expira	Processo/Beneficiário	indústrias
indústrias	Agente/Processo	produzem seus próprios medicamentos
Referência, o genérico e o similar	Coisa/Atributo	mesmo princípio ativo
Preferimos os genéricos	Ação/Motivação	tem o mesmo efeito

Preferimos os genéricos	Ação/Motivação	facilidade de encontrar
Preferimos os genéricos	Processo/Razão	remédio de prateleira
Preferimos os genéricos	Ação/Motivação	o custo
o custo	Coisa/Atributo	é mais barato
Lei das patentes	Coisa/Atributo	injusta
Lei das patentes	Coisa/Atributo	Certa
Lei das patentes	Processo/Meio	liberar depois
Liberar depois	Ação/Motivação	Ganho do investimento
ganho do investimento	Evento/Tempo	vinte anos
Lei	Coisa/Atributo	modelo universal
modelo universal	Processo/Benefício	beneficiar a todos.
Patente	Problema/Solução	mais flexível
Patente mais flexível	Ação/Motivação	cantos que há pobreza...
Lei	Coisa/Atributo	mais flexível
Lei flexível	Processo/Resultado	Várias vantagens
vantagens	Identificador/Identificado	Custo e benefício
Custo e benefício	Processo/Beneficiário	Sociedade
Pelo custo	Processo/Meta	beneficiar a população
beneficiar a população	Ação/Motivação	investimento na humanidade
Ele ((pesquisador/indústria))	Agente/Processo	se beneficiar
se beneficiar	Processo/Meio	Com a patente
a patente	Agente/Processo	beneficiar a sociedade
Precisam de genéricos	Processo/Razão	Cantos pobres
Cantos pobres	Paciente/Processo	ter que esperar a patente
ter que esperar a patente	Coisa/Atributo	é injusto.
Indústria	Paciente/Processo	lucro será menor
Governo	Agente/Processo	desenvolvimento na saúde
Expira a patente	Item condicionado/Condição	produzem o medicamento
Expiração da patente	Processo/Resultado	produzem seu produto
Produzem seu produto	Processo/Beneficiário	Muitas indústrias

Fonte: dados da pesquisa.

*as denominações antes da barra (/) consistem no papel desempenhado pelo termo antecedente, seguido do papel desempenhado pelo termo subsequente na relação semântica.

A análise dos itens temáticos e suas respectivas relações semânticas demonstram a ampliação da visão dos estudantes em relação à problemática com a incorporação de novos itens temáticos, se comparados ao questionário iniciais, quando os estudantes sequer sabiam diferenciar, por qualquer critério, os medicamentos de referência, genéricos e similares e refletem na heterogeneidade do pensamento verbal novas formas de falar e pensar sobre o tema e sua relação com o conteúdo.

Se compararmos de uma maneira geral, a resposta dos estudantes ao questionário inicial com as construções temáticas de agora, perceberemos que no início, a maioria não sabia identificar a diferença entre medicamentos de referência, genéricos e similares e nem sabiam distinguir o significado de expressões como: substância química, molécula, princípio ativo. Na discussão do

episódio 3, esses e outros termos que se relacionam à temática ganham significado, nas interações discursivas, com base em ideias tanto científicas quanto sociais. Por exemplo, o conceito de substância, aparece no contexto da discussão desse episódio, associado a ideias que se relacionam à zona utilitarista/pragmática nas quais a compreensão de substância está relacionada à aplicação ou utilidade que ela pode ter para a vida humana, seus benefícios e malefícios. E ainda, emerge no contexto dessa discussão a zona racionalista de substância química associada à visão macroscópica, quando os estudantes identificam que as propriedades dos medicamentos (por exemplo, a ação terapêutica) não mudam já que a substância química responsável por essa ação (o princípio ativo) presente nos diferentes tipos de medicamentos é a mesma. A substância química nos medicamentos parece ser definida em função de suas propriedades. Quanto ao termo molécula, ele aparece no turno 3: *“a molécula que causa a ação terapêutica é a mesma para os três”*, nesse trecho implicitamente parece haver uma concepção, no qual a expressão molécula se refere a menor parte da substância, uma ideia que se relaciona a visão da química clássica no âmbito do perfil conceitual de molécula (MORTIMER, 1997).

Na análise do episódio 3, os itens temáticos e as relações semânticas identificadas evidenciam diferentes modos de pensar sobre a problemática estudada, no momento em que a QSC sobre medicamentos de referência, genéricos e similares estava sendo discutida.

Em relação à discussão sobre se existiam diferenças entre medicamentos de referência, genéricos ou similares, os estudantes defendem que não há diferenças e para justificar suas explicações recorrem a expressões como: o princípio ativo é o mesmo, a ação terapêutica não vai diferenciar, entre outras expressões. Nessa discussão a ideia de princípio ativo aparece, para legitimar as explicações dos estudantes e foram agrupados a partir de suas relações semânticas, nos seguintes “modos de pensar”: [1] O princípio ativo é identificado a partir de critérios científicos e, é o mesmo para medicamentos de referência, genéricos e similares; [2] O princípio ativo como causa/responsável pela ação terapêutica do medicamento, e [3] O princípio ativo é identificado a partir de critérios científicos e, é o mesmo para medicamentos de referência, genéricos e similares, porém há diferenças na questão econômica.

Em relação à confiança quanto ao uso ou escolha entre esses três tipos de medicamentos, emergiram modos de pensar, nos quais “medicamentos mais caros são mais confiáveis”. A confiança também é expressa com outro significado a partir de “modos de pensar” no quais, a confiança é um atributo depositado no médico, porém ao indicar um medicamento pode estar

motivado por obter lucro através de algum tipo de parceria com indústrias farmacêuticas. E quanto às substâncias químicas, são identificadas nos modos de pensar dos estudantes como algo material que compõem os medicamentos e são as mesmas nos genéricos, similares e de referência.

Quanto à discussão em relação à eficácia desses medicamentos, emergem dois modos de pensar distintos: [1] Medicamentos de referência, genéricos e similares não têm diferença em sua eficácia por se tratar do mesmo princípio ativo presente no produto, [2] A molécula é o agente responsável pela ação terapêutica do medicamento que tem a mesma eficácia e princípio ativo e [3] A eficácia dos medicamentos é um atributo que não se diferencia de acordo com o tipo de medicamento (genéricos, de referência e similares).

Sobre a preferência por algum tipo de medicamento específico, os estudantes se posicionaram pela preferência nos genéricos com justificativas e explicações expressas pelos seguintes modos de pensar: [1] A Ação de preferir os genéricos é motivada pelo fato que tem o mesmo princípio ativo, [2] A Ação de preferir os genéricos é motivada pela facilidade de acesso a esses medicamentos e [3] A Ação de preferir os genéricos é motivada por vantagens econômicas.

Em relação à lei das patentes emergem uma série de sentimentos associados a valores de bem estar social e justiça social na discussão associados a modos de pensar que expressam juízo de valor e opiniões em relação à lei ([1] A lei das patentes como algo injusto, [2] A lei das patentes como algo certo, [3] A lei das patentes como processo motivado pelo ganho/retorno do investimento em pesquisa e [4] A lei das patentes como algo injusto e ao mesmo tempo correto, [5] A lei das patentes como problema para a população mais carente, cuja solução seria ser mais flexível nesses locais e [6] é injusto o processo de ter que esperar a patente nos lugares carentes que precisam de genéricos); concepções associadas a modos de pensar mais ingênuos e do senso comum ([1] a lei das patentes como modelo universal para beneficiar a todos, [2] patente como meio de beneficiar o pesquisador/indústria e posteriormente a sociedade) e a partir dessa discussão aparecem modos de pensar a favor de uma flexibilização dessa lei mostrando vantagens e desvantagens em diferentes instâncias ([1] Flexibilidade da lei das patentes resultaria em vantagens para a sociedade, [2] Flexibilidade da lei das patentes resultaria em desvantagens econômicas para a indústria e [3] Flexibilidade da lei das patentes resultaria em vantagens para o governo atuar como agente do processo de desenvolvimento na saúde.

E também, ainda em relação à lei das patentes, modos de pensar que explicam, em certa medida, a ação das indústrias farmacêutica diante dessa lei: [1] as indústrias se beneficiam da

expiração de uma patente de determinado medicamento para produzir seu produto com as mesmas substâncias químicas do de referência; [2] as indústrias são condicionadas a aguardar expirar a patente para produzir o medicamento.

Como podemos perceber quando tratamos uma questão tão complexa quanto essa dos medicamentos de referência, genéricos e similares, diversos modos de pensar, associados a essa temática são evidenciados, e perpassam a discussão de dilemas: éticos e sociais. A diversidade de modos de pensar demonstrou a heterogeneidade do pensamento verbal quando uma QSC dessa natureza é discutida. Cada um desses modos de pensar traz consigo elementos do contexto que está sendo construindo ou compartilhado pelos interlocutores naquele momento.

Quanto aos tipos de contextos, na análise do episódio 3, identificamos duas classes principais de contextos: a classe de contextos indexicais e a dos contextos sintagmáticos. Os contextos indexicais que representam contextos sociais que se relacionam a ações ou palavras de uma determinada comunidade ou grupo social foram identificados em diversos momentos da discussão dos estudantes. Sobretudo, quando emergiram na discussão do episódio: aspectos da linguagem cotidiana ou do senso comum, aspectos que são frequentemente são tratados pela mídia e aspectos científicos.

Entre os modos de pensar associados a ideias e expressões que se relacionam ao senso comum, identificamos a expressões como: medicamentos mais caros são mais confiáveis, prefiro genéricos porque são mais baratos, entre outras. Essas ideias e expressões se relacionam ao contexto indexical, porque são oriundas do grupo social familiar, religioso, comunitário, entre outros, que os estudantes participam e compõem as rodas de conversa nesses diversos contextos.

Nos modos de pensar que se relacionam a ideias e expressões que reproduzem o discurso midiático, identificamos na relação semântica “Confiança – Atributo/Portador - no médico – Agente/Processo - Indica um de referência – Ação/Motivação - parceria – Ação/Motivação - gera dinheiro”, pois essa relação aponta para um fato frequentemente relatado/denunciado na mídia pela comunidade jornalística: os interesses financeiros e parceria escusas entre médicos e representantes comerciais de determinadas indústrias farmacêuticas, buscando lucros e vantagens para ambos, porém, sem considerar as condições pessoais e/ou financeiras do paciente. E, modos de pensar que se relacionam a ideias e expressões científicas, reconhecidos em expressões como: molécula, substâncias, princípio ativo, lei das patentes, entre outras.

Outra classe de contextos, também presente no episódio 3, foi a dos contextos sintagmáticos que se refere ao contexto geral, no qual ideias mais amplas são expressadas. No momento em que a lei das patentes estava sendo discutida, nas interações discursivas sobressaíram-se ideias mais amplas que se relacionam a um contexto mais geral sobre a questão considerada. Foram discutidas de forma ampla: vantagens e desvantagens dessa lei para a sociedade, indústria e governo; com predomínio de compromissos axiológicos que guiaram a discussão em direção à incorporação de valores de bem estar e justiça social. Esse contexto sintagmático foi expresso em modos de pensar que vão desde: emitir uma opinião sobre a aplicação dessa lei (por exemplo: a lei das patentes como algo injusto), passando por concepções associadas a modos de pensar mais ingênuos e do senso comum (por exemplo: a lei das patentes como modelo universal para beneficiar a todos) e até modos de pensar a favor de uma flexibilização dessa lei mostrando vantagens e desvantagens em diferentes instâncias.

Nessa perspectiva, em relação à classe de contextos foram identificados três diferentes grupos ou comunidades discursivas para o contexto indexical e um contexto mais geral (sintagmático), no qual, modos de pensar sobre a lei das patentes foram indicados. No quadro 37 construímos um esquema que categoriza as três comunidades discursivas que emergiram do episódio 3 e os respectivos modos de pensar com os quais se associam.

Quadro 37: Esquema que categoriza as três comunidades discursivas do contexto indexical que emergiram no episódio 3 e os respectivos modos de pensar com os quais se associam

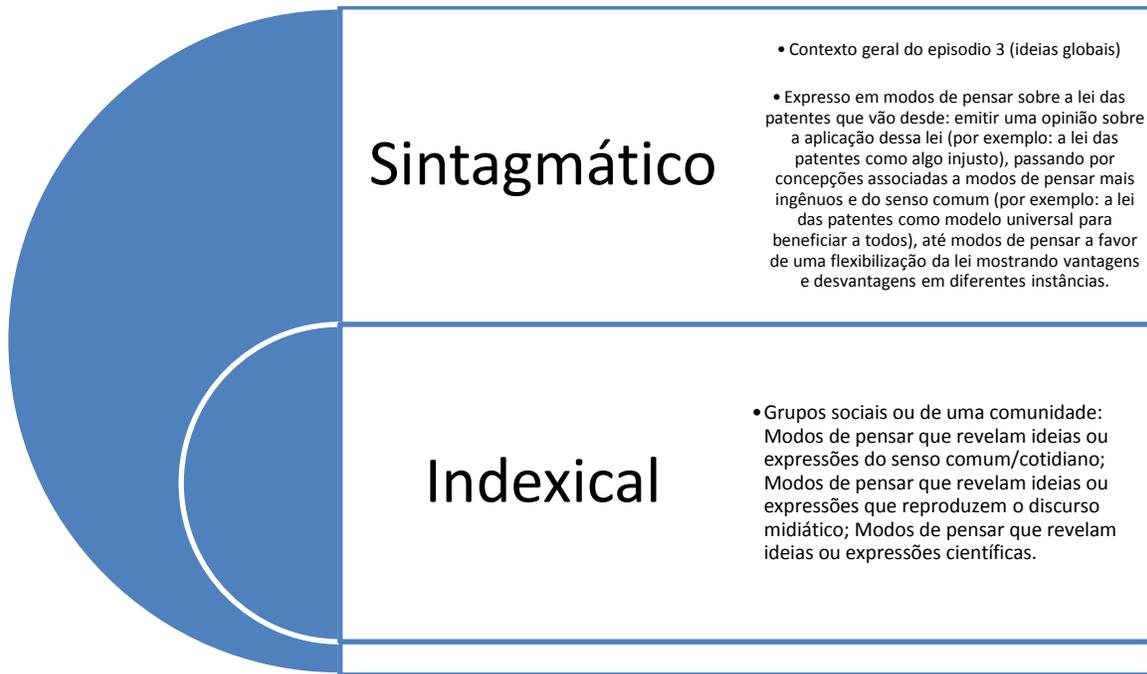
	Comunidade discursiva 1: ideias e expressões que se relacionam ao senso comum	Comunidade discursiva 2: ideias e expressões que reproduzem o discurso midiático	Comunidade Discursiva 3: ideias e expressões científicas
Modos de pensar	Medicamentos mais caros são mais confiáveis	A confiança é um atributo depositado no médico, porém ao indicar um medicamento pode estar motivado por obter lucro através de algum tipo de parceria com indústrias farmacêuticas.	O princípio ativo é identificado a partir de critérios científicos e, é o mesmo para medicamentos de referência, genéricos e similares.
	A Ação de preferir os genéricos é motivada pela facilidade de acesso a esses medicamentos		O princípio ativo como causa (material) responsável pela ação terapêutica do medicamento

	A Ação de preferir os genéricos é motivada por vantagens econômicas		O princípio ativo é identificado a partir de critérios científicos e, é o mesmo para medicamentos de referência, genéricos, porém há diferenças na questão econômica
			O princípio ativo como atributo que caracteriza os medicamentos de referência, o genérico e o similar.
			Medicamentos de referência, genéricos e similares não tem diferença em sua eficácia por se tratar do mesmo princípio ativo presente no produto.
			A molécula é o agente responsável pela ação terapêutica do medicamento que tem a mesma eficácia
			Substâncias químicas são identificadas como algo material que compõem os medicamentos e são as mesmas nos genéricos, similares e de referência.
			A Ação de preferir os genéricos é motivada pelo fato que tem o mesmo princípio ativo

Fonte: Dados de pesquisa

Considerando essa discussão, de modo a facilitar a compreensão da análise quanto às classes de contexto identificadas, construímos um fluxograma, na figura 14, que resumidamente, relaciona as classes de contexto da semiótica social (LEMKE, 1992) com os modos de pensar identificados e seus respectivos contextos de aplicação, de acordo com os dados construídos:

Figura 14: sistematização das categorias de análise associada ao tipo de contexto.



Fonte: Dados da pesquisa

Nessa perspectiva, quando compreendemos a relação que existe entre o contexto e a emergência de diferentes modos de pensar pragmaticamente valiosos na construção de um significado, assumimos que se pretendemos compreender, de forma mais ampla, a comunicação humana e a formação de intersubjetividade devemos considerar compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos representativos dos diferentes modos de pensar. Cada modo de pensar associados a contextos distintos revelam compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos expressos no âmbito da questão considerada e compartilhados pelos estudantes.

No contexto da discussão do episódio 3, sistematizamos no quadro 38 as relações entre as formas de falar (caracterizada nos itens temáticos e suas relações semânticas), os modos de pensar e os compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos.

Quadro 38: Sistematização da relação entre Formas de Falar, Modos de Pensar e Compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos no Episódio 3.

Item Temático e Relações Semânticas (forma de falar)	Modos de Pensar	Compromissos
O princípio ativo – Co/At - é o mesmo – Co/Cl - Do ponto de vista químico	O princípio ativo é identificado a partir de critérios científicos e, é o mesmo para medicamentos de referência, genéricos e similares.	São adotados compromissos epistemológicos buscando conhecimentos científicos, socialmente legitimados, para justificar as explicações.
O Princípio ativo é o mesmo – Cs/Cq - ação terapêutica não vai diferenciar	O princípio ativo como causa (material) responsável pela ação terapêutica do medicamento	Os estudantes explicam que se o princípio ativo é o mesmo, para os três tipos de medicamentos a ação terapêutica não vai se diferenciar. São usados conhecimentos científicos, socialmente legitimados (a ideia de princípio ativo e ação terapêutica) para legitimar a explicação. São adotados compromissos epistemológicos e ontológicos.
O princípio ativo não varia - At/Co - Referência, similar ou genérico – Co/At - o preço varia.	O princípio ativo é identificado a partir de critérios científicos e, é o mesmo para medicamentos de referência, genéricos, porém há diferenças na questão econômica	Além dos aspectos científicos (princípio ativo), os estudantes incluem na discussão a questão do preço dos medicamentos e apontam para implicações econômicas na escolha por um ou outro tipo de medicamento. São adotados compromissos epistemológicos e axiológicos.
Referência, o genérico e o similar – Co/At - mesmo princípio ativo	O princípio ativo como atributo que caracteriza os medicamentos de referência, o genérico e o similar.	São adotados compromissos epistemológicos com a ideia de princípio ativo como conhecimento científico a ser considerado.
Produto – Co/At - não tem diferença na eficácia – Ag/Mt - mesmo princípio ativo	Medicamentos de referência, genéricos e similares não tem diferença em sua eficácia por se tratar do mesmo princípio ativo presente no produto.	Na explicação são adotados aspectos científicos que conduzem a discussão em termos de eficácia do produto e seu princípio ativo com aspectos científicos sendo considerados. Os estudantes adotam compromissos epistemológicos e axiológicos.
Molécula – Ag/Pr - ação terapêutica - Co/At - mesma	A molécula é o agente responsável pela ação terapêutica do medicamento que tem a mesma eficácia	Os estudantes adotam compromissos epistemológicos, com conhecimentos científicos socialmente aceitos para legitimar suas explicações. E compromissos ontológicos.
Medicamentos de referência – Co/At - não são mais eficazes – At/Co - do que o genérico e similar	A eficácia dos medicamentos é um atributo que não se diferencia de acordo com o tipo de medicamento (genéricos, de referência e similares).	São adotados compromissos epistemológicos buscando conhecimentos científicos, socialmente legitimados, para justificar as explicações.
Nível de confiança – At/Co - o mais caro – Co/At - tem mais confiança - Sin - mais confiável – Sin - confiante	Medicamentos mais caros são mais confiáveis	A discussão aqui ganha uma dimensão subjetiva guiada por compromissos axiológicos, sobretudo quando relações entre confiança e preço são estabelecidas na fala dos estudantes.
Confiança – At/Po - no médico – Ag/Pr - Indica um de	A confiança é um atributo depositado no médico, porém ao indicar um medicamento pode	Adotam-se compromissos axiológicos que expressam sentimentos sobre a relação de

referência – Aç/Mo - parceria – Aç/Mo - gera dinheiro	estar motivado por obter lucro através de algum tipo de parceria com indústrias farmacêuticas.	“confiança” entre médico e paciente, a discussão é guiada por critérios subjetivos.
Substâncias químicas – Id/Ido - são as mesmas	Substâncias químicas são identificadas como algo material que compõem os medicamentos e são as mesmas nos genéricos, similares e de referência.	Adotam-se compromissos epistemológicos, com conhecimentos científicos socialmente aceitos para legitimar suas explicações.
Preferimos os genéricos – Aç/Mt - tem o mesmo efeito	A Ação de preferir os genéricos é motivada pelo fato que tem o mesmo princípio ativo	São adotados compromissos epistemológicos buscando conhecimentos científicos, socialmente legitimados, para justificar as explicações. E também por compromissos ontológicos e axiológicos.
Preferimos os genéricos – Aç/Mt - facilidade de encontrar – Pr/Ra - remédio de prateleira	A Ação de preferir os genéricos é motivada pela facilidade de acesso a esses medicamentos	São adotados compromissos axiológicos em função da facilidade de acesso para legitimar a decisão pelos genéricos.
Preferimos os genéricos – Aç/Mt - o custo – Co/At - é mais barato	A Ação de preferir os genéricos é motivada por vantagens econômicas	São adotados compromissos axiológicos em função das vantagens econômicas na decisão pelos genéricos.
Lei das patentes – Co/At - injusta	A lei das patentes como algo injusto	O dilema ético e social que se desponta nessa discussão faz com que ela seja guiada por compromissos axiológicos relacionados a julgamento de valor sobre a lei das patentes.
Lei das patentes - Co/At - Certa	A lei das patentes como algo certo	O dilema ético e social que se desponta nessa discussão faz com que ela seja guiada por compromissos axiológicos relacionados a julgamento de valor sobre a lei das patentes.
Lei das patentes – Pr/Me - tem que liberar depois – Aç/Mt - ganho do investimento – Ev/Tp - vinte anos	A lei das patentes como processo motivado pelo ganho/retorno do investimento em pesquisa	Os aspectos econômicos (retorno do investimento) são considerados pelos estudantes nessa discussão. O que reflete um dilema ético e social com uma discussão guiada por compromissos axiológicos.
Lei – Co/At - modelo universal – Pr/Be - beneficiar a todos.	A lei das patentes como modelo universal para beneficiar a todos	Expressa uma visão ingênua, guiada por compromissos axiológicos que tem haver com o sentimento/desejo do estudante em promover o bem estar social de alguma forma.
Patente – Pb/So - mais flexível – Aç/Mt - cantos que há pobreza...	A lei das patentes como problema para a população mais carente, cuja solução seria ser mais flexível nesses locais.	A discussão parece ser guiada por um sentimento de promoção de justiça social guiada por compromissos axiológicos.
Lei – Co/At - mais flexível – Pr/Re - vantagens – Ido/Id - custo e benefício – Pr/Be - Sociedade	A flexibilização da patente como processo que tem vantagens para a sociedade.	A discussão parece ser guiada por um sentimento de promoção do bem estar social e por valores de justiça social guiada por compromissos axiológicos.
Lei das patentes – Co/At - injusto – It/Ad - correto	A lei das patentes como algo injusto e ao mesmo tempo correto	O dilema ético e social expresso na discussão faz com que os estudantes assumam uma posição que considera diferentes aspectos envolvidos na questão (aspectos positivos e negativos da patente). A discussão é guiada por compromissos axiológicos.

Pelo custo – Me/Pr - beneficiar a população – Aç/Mt - investimento na humanidade	Os custos com a produção de medicamentos representam benefícios à população e investimento na humanidade	Os estudantes demonstram uma percepção ingênua da relação comercial entre a indústria de consumo de medicamento. Essa concepção se baseia no sentimento de promoção social que emerge na discussão guiada por compromissos axiológicos.
Ele ((pesquisador/indústria) – Ag/Pr - se beneficiar – Pr/Me - com a patente - Ag/Pr - beneficiar a sociedade	Patente como meio de beneficiar o pesquisador/indústria e posteriormente a sociedade	A discussão parece ser guiada por um sentimento de promoção do bem estar social para ambos os lados (indústria e sociedade). Adotam-se compromissos axiológicos.
Precisam de genéricos – Pr/Ra - Cantos pobres – Pc/Pr - ter que esperar a patente – Co/At - é injusto.	É injusto o processo de ter que esperar a patente nos lugares carentes que precisam de genéricos	A discussão parece ser guiada por um sentimento de promoção do bem estar social e por valores de justiça social guiada por compromissos axiológicos.
Lei – Co/At - mais flexível – Pr/Re - vantagens – Ido/Id - custo e benefício – Pr/Be - Sociedade	Flexibilidade da lei das patentes resultaria em vantagens para a sociedade	A discussão parece ser guiada por um sentimento de promoção do bem estar social e por valores de justiça social guiada por compromissos axiológicos.
Indústria – Pc/Pr - lucro será menor	Flexibilidade da lei das patentes resultaria em desvantagens econômicas para a indústria	Os aspectos econômicos são considerados na discussão só que numa relação ingênua, já que comercialmente as indústrias farmacêuticas se organizam para produzir em diferentes frentes (genéricos, similares e de referência). Adotam-se compromissos axiológicos.
Governo – Ag/Pr - desenvolvimento na saúde	Flexibilidade da lei das patentes resultaria em vantagens para o governo atuar como agente do processo de desenvolvimento na saúde	A discussão parece ser guiada por um sentimento de promoção do bem estar social e por valores de justiça social guiada por compromissos axiológicos.
Expira a patente – It/Cnd - produzem o medicamento	As indústrias são condicionadas a aguardar expirar a patente para produzir o medicamento	São adotados compromissos epistemológicos buscando conhecimentos científicos, socialmente legitimados, para justificar as explicações.
Expiração da patente – Pr/Re - produzem seu produto – Pr/Be - Muitas indústrias	As indústrias se beneficiam da expiração de uma patente de determinado medicamento para produzir seu produto com as mesmas substâncias químicas do de referência.	São adotados compromissos epistemológicos buscando conhecimentos científicos, socialmente legitimados, para justificar as explicações.
Substância química – Pc/Pr - patente expira – Pr/Be - indústrias – Ag/Pr - produzem seus próprios medicamentos	As indústrias se beneficiam da expiração de uma patente de determinado medicamento para produzir seu produto com as mesmas substâncias químicas do de referência.	São adotados compromissos epistemológicos buscando conhecimentos científicos, socialmente legitimados, para justificar as explicações.

Fonte: Dados da pesquisa.

*as abreviações antes da barra (/) consistem no papel desempenhado pelo termo antecedente, seguido do papel desempenhado pelo termo subsequente na relação semântica. Assim temos as seguintes abreviações: Co/At (coisa/atributo), Co/Cl (Coisa/Classificador), Cs/Cq (causa/consequência), Aç/Mt (ação/motivação), Id/Ido (identificado/identificador), Ag/Pr (agente/processo), Pr/Pc (processo/paciente), Be/Pr (beneficiário/processo), It/Ad (Item/adição), Pr/Be (processo, beneficiário), Ev/Tp (evento/tempo), Pr/Ra (Processo/Razão), It/Cnd (Item condicionado/condição), Sin (sinônimos), Pr/Mt (processo/meta), Pr/Me (processo/meio).

Esses diferentes modos de pensar e o processo de negociação que se desdobra na discussão do episódio em questão, demonstra de uma maneira geral, o processo de conceituação desses estudantes que se reflete na ampliação da visão que possuíam a respeito de medicamentos de referência, genéricos e similares, antes das experiências de aprendizagem vivenciadas com a QSC estudada e indica a incorporação de itens temáticos associados a novas formas de falar e pensar sobre os conceitos e o tema, em suas dimensões epistemológicas, ontológicas e axiológicas. No questionário inicial, a maioria dos estudantes não soube responder se havia ou não alguma diferença entre medicamentos de referência, genéricos e similares, alguns confundiam um com o outro em sua definição, mas, conheciam a diferença quanto aos preços. Antes das experiências de aprendizagem com a QSC estudada, e as discussões nas aulas alguns acreditavam que os de referência (conhecidos por eles como de marca ou originais) eram mais eficazes na cura e tratamento de doenças e nunca tinham ouvido falar sobre a lei das patentes. Nesse sentido, na discussão proposta foram construídos diversos modos de pensar em relação à temática com pressupostos e articulações entre conhecimentos científicos e cotidianos, na perspectiva de sua complexificação.

Em síntese, análise do episódio 3, nos ajudou a caracterizar diferentes modos de pensar sobre medicamentos de referência, genéricos e similares, quando uma QSC em relação ao tema estava sendo discutida junto aos conceitos, a partir da perspectiva do perfil conceitual e dos elementos da semiótica social de Lemke (1992). Considerando essa caracterização geral realizada para o episódio 3, percebemos o quanto que, os aspectos científicos ganharam significado, associados às questões de relevância social abordadas e ainda no âmbito da dimensão social, foi possível identificar a emergência de modos de pensar que considerassem nos conflitos éticos e sociais inerente à questão compromissos axiológicos em busca de inserir na discussão aspectos e valores de bem estar social e justiça social numa perspectiva reflexiva e crítica.

Portanto, no âmbito da discussão dos episódios 1, 2 e 3, há indícios de um movimento de ampliação da visão dos estudantes em relação ao tema proposto e sua relação com os conceitos. Embora nas discussões dos episódios, os conceitos não tenham aparecido tão explicitamente, foram importantes porque se constituíram como base científica, explícita ou implicitamente, para alguns dos posicionamentos e explicações realizados pelos estudantes quando as questões sociocientíficas estavam sendo estudadas.

6. Considerações Finais

Neste trabalho assumimos como objetivo geral, analisar a abordagem de questões sociocientíficas, no ensino de química, e as relações entre conhecimentos cotidianos, conhecimentos científicos e contextos, a partir de compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos nos discursos produzidos em sala de aula. De forma a atender esse objetivo nos propomos a um processo investigativo longo, desenvolvido em três etapas distintas: Delimitação do campo de pesquisa – buscando professores colaboradores que tivessem algum tipo de inclinação a proposta de intervenção didática; Encontros pedagógicos de orientação e planejamento da sequência didática – três encontros com dois professores; e, aplicação da sequência didática – desenvolvida numa escola pública de Serra Talhada-PE, com uma turma de 3º ano do ensino médio, ao longo de 17 aulas - com o tema “Fármacos e a saúde humana” no qual foram explorados duas QSC’s que perpassavam o tema. Cada uma dessas etapas com os dados empíricos construídos nos auxiliaram a responder nossas questões e objetivos de pesquisa.

No primeiro momento, visitamos nove escolas estaduais da cidade de Serra Talhada-PE, em busca de professores atuantes na área da química, dispostos a responder a um questionário diagnóstico sobre a abordagem de QSC na sala de aula, de modo a alcançar o primeiro objetivo específico da tese: identificar concepções e percepções de professores sobre QSC’s e sua abordagem em sala de aula. E a partir dessa análise, escolher o professor colaborador e por consequência delimitar o campo de pesquisa. Foram 11 professores participantes, e a partir da análise do questionário diagnóstico buscamos caracterizar: o perfil profissional do professor, a postura em relação à abordagem de QSC em sala de aula, indícios de familiaridade com QSC e o posicionamento dos professores diante de questões sociocientíficas específicas sobre um tema químico social. De uma maneira geral, as respostas dos professores demonstraram pouca familiaridade com a abordagem de QSC na sala de aula, e concepções muito gerais quanto ao desenvolvimento de atividades nessa perspectiva de ensino. Apenas uma professora já tinha ouvido falar nessa proposta de ensino. Após a aplicação e análise dos questionários, sobretudo a partir da identificação de atributos essenciais ao professor (SADLER, 2011) para a abordagem de QSC, escolhemos dois professores, que nas suas respostas mais se aproximaram tanto de algumas ideias que compõem a discussão quanto à abordagem de QSC quanto a alguns dos atributos essenciais ao

professor (SADLER, 2011) mais próximos se comparado aos demais professores. Chamamos a atenção para o fato de que, apesar do questionário se mostrar como um instrumento relevante na identificação dos professores colaboradores, um olhar mais aprofundado para a sala de aula (na etapa 3), pode revelar outros aspectos que o instrumento de pesquisa não deu conta. Por exemplo, embora no questionário ambos os professores demonstraram familiaridade com a QSC abordada em seus aspectos científicos e sociais, na prática de sala de aula, o professor João mostrava maior familiaridade com os conceitos científicos tratados em relação ao tema do que com as questões sociais que dele emergiram.

No segundo momento, esses professores se disponibilizaram a participar da segunda etapa da pesquisa, os encontros pedagógicos para escolha do tema e dos conteúdos e para subsidiar o planejamento de uma sequência didática com foco na abordagem de QSC's para o ensino de química. A partir dessa etapa de planejamento, começamos a buscar responder nossa primeira questão de pesquisa: Como as QSC contribuem efetivamente para a complexificação dos conhecimentos cotidianos e para a aprendizagem dos conceitos científicos? Quando começamos, nos encontros pedagógicos, com o processo de escolha do tema, dos conceitos a serem trabalhados e a pensar em cada atividade a ser realizada, estávamos buscando nessa construção de um planejamento coletivo para desenvolvermos na sala de aula, a complexificação de conhecimentos cotidianos. O caminho em direção a essa complexificação se deu quando os professores se disponibilizaram a sair do lugar comum que estavam habituados, com conteúdos planejados numa sequência rígida de atividades e exercícios com foco na repetição e na memorização. O resultado dessa complexificação é a própria SD planejada junto com os professores e apresentada no quadro 17, da página 175 e 176, porque saímos de uma proposta de descontinuidade entre o científico e o cotidiano (GARCIA, 1998), para uma proposta de ensino e aprendizagem planejada com, e pelos professores, numa perspectiva complexa, na qual se considera a diversidade, a interdependência e a evolução entre conhecimentos científicos, cotidiano e técnico-prático (GARCIA, 1998). Como já defendíamos na discussão teórica, acreditamos que a abordagem de QSC se alinha a essa perspectiva complexa defendida por Garcia (1998), porque propõe a reorganização do conhecimento cotidiano dos sujeitos, no sentido de torná-lo mais complexo integrando vários tipos de conhecimentos de origens e fontes diferentes. E a análise da SD, demonstrou que as QSC's propostas se alinham tanto à caracterização das áreas nas quais uma QSC pode se desenvolver (questões sobre a natureza da ciência, questões que favoreçam o discurso em sala de aula, questões

culturais ou questões baseadas em casos) (ZEIDLER et al, 2005); quanto às características que representam potencialmente a natureza de uma QSC (RATICLIFE e GRACE, 2003) e também às características pedagógicas necessárias à abordagem de QSC (SADLER, 2011), a saber: os elementos do design, as experiências de aprendizagem e ambiente da sala de aula. O que indica de fato que essa complexificação do conhecimento cotidiano ocorreu.

No terceiro momento, aplicamos a SD planejada na sala de aula, mais especificamente, numa turma de 3º ano do ensino médio de uma escola estadual do município de Serra Talhada-PE, buscando responder nossas duas últimas questões de pesquisa: Que relações podem se estabelecer entre a abordagem das Questões Sociocientíficas e a heterogeneidade do pensamento considerando diferentes modos de pensar e formas de falar que emergem na sala de aula? E, como podem ser identificados e compreendidos relações entre questões sociocientíficas (QSC), contextos conhecimentos cotidianos e conhecimentos científicos? Cada uma dessas questões se associa, respectivamente aos seguintes objetivos específicos: Caracterizar diferentes modos de pensar que emergem quando questões sociocientíficas sobre fármacos e a saúde humana são abordadas na sala de aula. E, compreender as relações que podem se estabelecer entre QSC's, a heterogeneidade do pensamento verbal e, conhecimentos científicos e cotidianos considerando dimensões epistemológicas, ontológicas e axiológicas.

Para responder a essas questões de pesquisa e aos objetivos específicos com os quais se relacionam, selecionamos no âmbito das interações discursivas que ocorreram na sala de aula, três episódios distintos nos quais, QSC's envolvendo a automedicação e a polêmica sobre medicamento de referência, genéricos e similares foram discutidas. Nesses episódios, buscamos responder ao segundo objetivo específico, o de caracterizar diferentes modos de pensar que emergem quando QSC's sobre fármacos e a saúde humana são abordados em sala de aula, tomando como referência elementos da semiótica social (LEMKE, 1992): itens temáticos, relações semânticas e contextos. Essa análise nos permitiu identificar diferentes modos de pensar (ou categorias) que se associam formas de falar e também a contextos específicos que representam classes de contextos em que sentidos e significados são compartilhados pelos membros de grupos sociais. Percebemos ao longo dos episódios, que a discussão foi incorporando novos itens temáticos que revelavam novos modos de pensar provenientes de contextos distintos e que integravam aspectos do conhecimento científico, cotidianos, discursos midiáticos, senso comum, entre outros.

No episódio 1, alguns estudantes se posicionaram a favor do uso da pílula da inteligência, e naquele contexto a favor da automedicação (três estudantes) e os demais se posicionaram contra o uso da pílula da inteligência. Entre os que se posicionaram contra, mencionaram possíveis efeitos prejudiciais decorrentes do uso desses medicamentos (danos ao cérebro – turno 74), e muitos deles acreditam que os efeitos prometidos pelo medicamento não são reais, são psicológicos (turnos 7, 8, 70 e 76). No entanto, quando a discussão se amplia para a questão da automedicação (de forma geral) e questionam-se os riscos os estudantes se posicionam declarando que existem riscos à saúde e argumentam nesse sentido. Essa discussão inicial buscou engajar os estudantes no tema proposto e em questões sociocientíficas que despertasse o interesse e motivasse a participação. E também que algumas das concepções identificadas no questionário inicial dos estudantes emergissem, e fossem problematizadas na discussão. Nesse sentido, a discussão do episódio 1, se pautou em experiências pessoais dos estudantes e nas suas concepções individuais que no debate foram recontextualizadas.

No episódio 2, a questão da automedicação reaparece e outros aspectos passam a ser considerados na discussão da QSC, ressignificados a partir das experiências de aprendizagem dos estudantes durante as aulas, dos textos e material de apoio disponibilizado. Assim, são incorporados novos itens temáticos em relação ao primeiro episódio, surgem relações semânticas mais complexas que se relacionam a modos de pensar distintos sobre a questão considerada estruturados a partir de compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos que contemplam tanto a ciência outras formas de conhecimento.

E por fim, no episódio 3, percebemos na emergência dos diferentes modos de pensar, associados aos contextos e ao seu valor pragmático junto aos compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos, o quanto que a discussão se enriqueceu refletindo na aprendizagem de aspectos científicos e na compreensão da dimensão social da questão estudada considerando a complexificação de conhecimentos cotidianos.

Em síntese, a abordagem de QSC na sala de aula ressignifica as relações entre conhecimentos cotidianos, conhecimentos científicos e contextos, numa perspectiva integradora, e não de substituição de um pelo outro. Na heterogeneidade do pensamento verbal, diferentes formas de conhecimento podem se constituir como modos de pensar dos sujeitos que refletem suas representações e visões de mundo com compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos

que em processos de tomada de decisão no âmbito de práticas contextualizadoras, como na abordagem de QSC's podem emergir.

7. Referências

_____. Didactical engineering as a framework for the conception of teaching products. In: BIEHLER, R. E. A. (Ed.). **Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1994. p.27-39.

AIKENHEAD, G. **What is STS science teaching?** In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (Ed.). STS education: international perspectives on reform. New York: Teachers College Press, 1994. p. 47-59.

AMARAL, E. M. R. do; MORTIMER, E. F. **Uma metodologia para análise da dinâmica discursiva entre zonas de um perfil conceitual no discurso da sala de aula**. In: SANTOS, F. M. T. dos; GREGA, UI. M. (org). A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2006. p. 239-296 (Coleção Educação em Ciências).

AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Uma metodologia para análise da dinâmica discursiva entre zonas de um perfil conceitual no discurso da sala de aula. In: SANTOS, F. M. T.; GREGA, U. I. M. (Orgs.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. 2. ed, rev. - Ijuí: Editora Unijuí, p. 239-296, 2011. (Coleção Educação em Ciências).

AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v.1, n.3 p.1-16. 2001.

AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Un perfil conceptual para entropia y espontaneidad: una caracterizacion de las modos de pensar y hablar en el aula de química. **Educacion química**, n. 3, p. 60 – 75. 2004.

AMARAL, E. M. R; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. A Conceptual Profile of Entropy and Spontaneity: Characterising Modes of Thinking and Ways of Speaking in the Classroom. In: **Bases of a Research Program Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts**. New York: Springer, 2014.

ANDRÉ, M. E. D. A. **Estudo de Caso em Pesquisa e avaliação educacional**. Brasília: Liber Livro Editora, 2005.

ANDRÉ, M. E. D. A. **Etnografia da prática escolar**. 14 ed. Campinas: Papirus, 1995.

ANVISA. 2010. Cartilha “O que devemos saber sobre medicamentos”. Disponível em: <<http://portal.Anvisa.gov.br/.../Cartilha+o+que+devemos+saber+sobre+medicamentos.pdf>>. Acessado em: 02 de fevereiro de 2018.

ARAÚJO, A. O. **O perfil conceitual de calor e sua utilização por comunidades situadas**. 2014. 223 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

ARAÚJO, A. O.; MORTIMER, E. F.; **Estudo preliminar sobre a utilização do perfil conceitual de calor em um curso para manutenção e instalação de aparelhos de refrigeração.** Anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), UFBA, 2012.

ARTIGUE, M. **L'ingenierie didactique:** un instrument privilegie pour une prise en compte de la complexité de la classe. 11^o International Conference on the Psychology of Mathematics Education. BERGERON, J. C. Montreal, Canada. I-III: 19-25 p. 1987.

BAKHTIN, M. **Marxismo e Filosofia da Linguagem.** 13 ed. São Paulo: Hucitec, 2009.

BASTOS P. W.; MATTOS C.R. _____. Física para uma saúde auditiva. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, São Paulo, v. 9, p. 1-26, 2009.

BASTOS P. W.; MATTOS C.R. Um exemplo da dinâmica do perfil conceitual como complexificação do conhecimento cotidiano. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vigo, Espanha, v. 8, n. 3, p. 1054-1078, 2009.

BAZZO, W.A. et al. **Introdução aos estudos CTS:** O que e Ciência, Tecnologia e Sociedade? Cadernos de Ibero-América, Editora OEI, 2003.

BERNARDO, J. R. R.; VIANNA, D. M.; SILVA, V. H.D. **A Construção de Propostas de Ensino em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) para abordagem de questões sociocientíficas.** In: SANTOS, W. L.P.; AULER, D. (ORG). CTS e Educação Científica: Desafios, Tendências e Resultados de Pesquisa. Brasília: Editora UNB, 2011.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação:** uma introdução à teoria e aos métodos. Tradução de M. J. Alvarez, S. B. Santos e T. M. Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Vol. 2. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: 2006.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Parte III Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília:1999.

BROUSSEAU, G., Ed. **Introdução ao estudo das situações didáticas:** conteúdos e métodos de ensino. São Paulo, SP: Ática, 1 ed. 2008.

CACHAPUZ, A. *et al.* (organizadores). **A necessária renovação do ensino de ciências.** São Paulo: Cortez, 2005.

CARNEIRO, V.C.G., **Engenharia didática:** um referencial para ação investigativa e para formação de professores de matemática. ZETETIKÉ – Cempem – FE – Unicamp, v.13, n. 23, 2005.

CHIZZOTTI, A. **A pesquisa qualitativa em Ciências humanas e sociais:** evolução e desafios. Revista Portuguesa de Educação 16(2), 221-236, 2003.

DA SILVA NETTO, Jader; DE HOLANDA CAVALCANTI, Cláudio José; OSTERMANN, Fernanda. Apropriação discursiva em Física Quântica: a análise de padrões temáticos de interações discursivas em um curso de formação de professores.

DA SILVA PONS, Emilia et al. Predisposing factors to the practice of self-medication in Brazil: Results from the National Survey on Access, Use and Promotion of Rational Use of Medicines (PNAUM). *PloS one*, v. 12, n. 12, p. e0189098, 2017.

DAGNINO, R. O que é o PLACTS (Pensamento Latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade)? *Ângulo*, n. 140, 2015. p. 47-61.

DAGNINO, R.; FRAGA, L. Os Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e a Educação: Mais Além da Participação Pública na Ciência. *Redes*, v. 16, nº 31, Buenos Aires, 2010. p. 123-144

DALRI, J., RODRIGUES, A.M., MATTOS, C.R. A atividade de aprendizagem, a internalização e a formação de conceitos no ensino de física. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 17., 2007. São Luís. Atas... São Luís: Sociedade Brasileira de Física, 2007.

DUIT, R. Science Education Research Internationally: Conceptions, Research Methods, Domains of Research. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, v. 3, n. 1, p. 3-15, 2007.

DUSCHL R. Restructuring Science Education: the role of theories and their importance. New York: Teacher's College Press, 1990.

EL-HANI, C. N.; MORTIMER, E. F.; SILVA-FILHO, W. J. As bases epistemológicas da teoria dos perfis conceituais. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Química, Águas de Lindóia-SP, 2013.

EL-HANI, C.; GRECA, I. M. Participação em uma comunidade virtual de prática desenhada como meio de diminuir a lacuna pesquisa-prática na educação em Biologia. *Ciência e Educação*, v. 17, n.3, p. 579- 601, 2011.

EUROPEAN SCIENCE EDUCATION RESEARCH ASSOCIATION (*ESERA*), 2009, Instanbul. **Contemporary Science Education Research: SCIENTIFIC LITERACY AND SOCIAL ASPECTS OF SCIENCE**. Instanbul: Pegem Akademy, 2010.

FEINSTEIN, N. Salvaging science literacy. *Science education*, v. 95, n. 1, p. 168-185, 2011.

FENSHAM, P. J. Preparing citizens for a complex world: the grand challenge of teaching socio-scientific issues in science education. In: *Science| Environment| Health*. Springer, Dordrecht, 2012. p. 7-29.

FIORIN, J. L. **Introdução ao pensamento de Bakhtin**. São Paulo: Ática, 2006.

FOUREZ, G. **A construção das ciências:** introdução à filosofia e à ética das ciências. São Paulo: Editora Unesp, 1995.

Garcia, J.E. Hacia una teoria alternativa sobre los contenidos escolares. Sevilla: Díada Editora. 1998.

GIORDAN, M.; GUIMARÃES, Y.F.; MASSI, L. **Uma Análise das Abordagens Investigativas de Trabalhos Sobre Sequências Didáticas:** Tendências no Ensino De Ciências. Educação em Ciências, p. 1-13, 2011. Disponível em: <http://adaltech.com.br/testes/abrapec/resumos/R0875-3.pdf> (último acesso: 27 de agosto de 2012).

GODOY, A.S. **Pesquisa qualitativa:** tipos fundamentais. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.

IZQUIERDO, A. et al. Dipping versus spraying: exploring the deposition conditions for speeding up layer-by-layer assembly. **Langmuir**, v. 21, n. 16, p. 7558-7567, 2005.

JONG, D. O. Context-based chemical education: How to improve it? **Chemical Education International**, v. 8, n. 1, p. 1-7, 2008.

LEMKE, Jay L. Cognition, context, and learning: A social semiotic perspective. **Situated cognition: Social, semiotic, and psychological perspectives**, p. 37-56, 1997.

LEMKE, Jay L. **Talking science: Language, learning, and values.** Ablex Publishing Corporation, 355 Chestnut Street, Norwood, NJ 07648 (hardback: ISBN-0-89391-565-3; paperback: ISBN-0-89391-566-1)., 1990.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

MARTIN, J.; WHITE, P. 2005. **The language of evaluation: appraisal in English.** New York, Palgrave, 246 p.

MATTOS, C. R. Conceptual profile as a model of a complex world. In: **Conceptual Profiles.** Springer, Dordrecht, 2014. p. 263-292.

MATTOS, C. R. CONCEPTUAL PROFILE AS A MODEL OF A COMPLEX WORLD. IN: **CONCEPTUAL PROFILES.** SPRINGER, DORDRECHT, 2014. P. 263-292.

Mattos, C.R. y Rodrigues, A.M. Theoretical Consideration about conceptual profile dynamic. In: Proceedings European Science Education Research Association Conference (CD). Malmö: Malmö University. v.1, 1-12. 2007.

Mattos, C.R., Dalri, J. y Rodrigues, A.M. Internalization and activity: learning as complex system dynamic. In Proceedings of ISCAR (CD) 2008, San Diego, USA. 2008.

Mattos, C.R.; Viggiano, E. An instrument for assessment of the conceptual profiles of "to teach" and "to learn". Proceedings GIREP-EPEC Conference on Frontiers of Physics Education. Rijeka: Filozofski Fakultet Sveucilista. v.1, 79-80, 2007.

MENGUE, Sotero Serrate et al. Prevalência da automedicação no Brasil e fatores associados. **Revista de saúde pública. São Paulo. Vol. 50, supl. 2 (2016), p. 1s-11s.** 2016.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em ensino de ciências**, 1(1), p. 20-39. 1996.

MORTIMER, E. F. e SCOTT, P. **Atividades discursivas nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino.** *Investigações em Ensino de Ciências*, V.7(3), p. 283-306, 2002. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol7/n3/v7_n3_a7.htm. (último acesso: 27 de agosto de 2012)

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P.; AMARAL, E. M. R.; EL-HANI, C. N. Conceptual Profiles: Theoretical-Methodological. In: Bases of a Research Program **Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts**. New York: Springer, 2014.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P.; AMARAL, E. M. R.; EL-HANI, C. N. Modeling Modes of Thinking and Speaking With Conceptual Profiles. In PENA, S. D. J. **Themes in Transdisciplinary Research**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010. 194

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P.; EL-HANI, C. N. Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais. **Tecné, Episteme y Didaxis**, n.30, p.111-125, 2011.

MORTIMER, EDUARDO F. PARA ALÉM DAS FRONTEIRAS DA QUÍMICA: RELAÇÕES ENTRE FILOSOFIA, PSICOLOGIA E ENSINO DE QUÍMICA. **QUÍMICA NOVA**, V. 20, N. 2, P. 200-207, 1997.

MORTIMER, Eduardo F.; EL-HANI, Charbel N. (Ed.). **Conceptual profiles: A theory of teaching and learning scientific concepts**. Springer Science & Business Media, 2014.

PCNEM. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

RATCLIFFE, MARY; GRACE, MARCUS. **SCIENCE EDUCATION FOR CITIZENSHIP: TEACHING SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES**. MCGRAW-HILL EDUCATION (UK), 2003.

REQUETIM, Luís Ricardo Charneca. **A utilização em terapêutica de substâncias com atividade nootrópica**. 2013. Tese de Doutorado.

RODRIGUES, A. M.; MATTOS, C. R. Reflexões sobre a noção de significado em contexto. **Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación**, v. 7, n. 1, p. 323-331, 2007.

RODRIGUES, A.M. Redimensionando a noção de aprendizagem nas relações entre perfil conceitual e contexto: uma abordagem sócio-cultural-histórica. 2009. 158f. Dissertação (Mestrado

em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: Acesso em: 12 fevereiro 2014.

Rodrigues, A.M. y Mattos, C.R. Reflexões sobre a noção de significado em contexto. *Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación*, 7, 323-331, 2007.

RODRIGUES, A.M.; MATTOS, C.R. Reflexões sobre a noção de significado em contexto. *Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación*, v.7, p. 323-333, 2007.

SABINO, J. D, AMARAL, E. M. R. Zonas do perfil conceitual de substância que emergem na fala de estudantes quando envolvidos em diferentes atividades didáticas. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC Águas de Lindóia, SP – 24 a 27 de novembro, 2015.

SABINO, J. D.; AMARAL, E. M. R. UTILIZAÇÃO DO PERFIL CONCEITUAL DE SUBSTÂNCIA NO PLANEJAMENTO DO ENSINO E NA ANÁLISE DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 23, n. 1, 2018.

SADLER, TROY D. (ED.). **SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES IN THE CLASSROOM: TEACHING, LEARNING AND RESEARCH**. SPRINGER SCIENCE & BUSINESS MEDIA, 2011.

SADLER, Troy D. Situating socio-scientific issues in classrooms as a means of achieving goals of science education. In: **Socio-scientific Issues in the Classroom**. Springer, Dordrecht, 2011. p. 1-9.

SANTOS, W. L. P. _____. **Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios**. *Revista Brasileira de Educação*, v. 12 n. 36, p. 1-21, 2007.

SANTOS, W. L. P. **Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica**. *Ciência e Ensino*, vol. 1, número especial, 2007.

SANTOS, W. L. P. dos; e MORTIMER, E. F (1999). **Concepções de professores sobre contextualização social do ensino de química e ciências**. In: 22ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Poços de Caldas - MG, maio, 1999, Livro de Resumos, volume 3, ED – 070.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. _____. **Abordagem de Aspectos Sociocientíficos em aulas de Ciências: Possibilidades e Limitações**. *Investigações em Ensino de Ciências – V14(2)*, pp. 191-218, 2009.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. **Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira**. *Ensaio – pesquisa em educação em ciências*, 2(2), pp. 133-162, 2002.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 3ª ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

SCHNETZLER, R. P.; SANTOS, W. L. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ed. UNIJUI, 2010.

SCHNETZLER, R. S.; SANTOS, W. L. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ed. UNIJUI, 1997.

SEPULVEDA, Claudia et al. Uma ferramenta sociocultural de análise da apropriação da linguagem social da ciência escolar. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, VIII, Campinas**, 2011.

SEPULVEDA, Claudia et al. Uma ferramenta sociocultural de análise da apropriação da linguagem social da ciência escolar. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, VIII, Campinas**, 2011.

SEPÚLVEDA, Cláudia; EL-HANI, Charbel H. Obstáculos epistemológicos e sementes conceituais para a aprendizagem sobre adaptação: uma interpretação epistemológica e sociocultural dos desafios no ensino de evolução. **Acta Scientiae**, v. 16, n. 2, 2014.

Silva J. R. Diversos modos de pensar o conceito de substância química na história da ciência e sua visão relacional, *Ciência & Educação*, 707–722. 2017a.

Silva J. R. Um perfil conceitual para o conceito de substância, *Dissertação de mestrado*, Recife, Brasil: Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2011.

Silva, F. C. V. Análise de diferentes modos de pensar e formas de falar o conceito de ácido/base em uma experiência socialmente situada vivenciada por licenciandos em química, *Tese de Doutorado*, Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2017b.

SILVA, J. R. R. T. Diversos modos de pensar o conceito de substância química na história da ciência e sua visão relacional. **Ciência & Educação**, v. 23, n. 3, p. 707-722, 2017.

SILVA, J. R. R. T. **Um Perfil Conceitual para o Conceito de Substância**. Recife, 2011. 186 p. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências). Departamento de Educação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011.

SILVA, J. R. R. T.; AMARAL, E. M. R. Proposta de um perfil conceitual para substância. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 53-72, 2013.

SILVA, J.R.R.T.; AMARAL, E.M.R. Proposta de um perfil conceitual para substância. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 13, n. 3, 2013.

SIMÕES NETO, J. E. 248 f. **Uma proposta para o perfil conceitual de energia em contexto do ensino da física e da química.** Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2016.

SODRÉ, F.C.R.; MATTOS, C.R. Complexificando o conhecimento cotidiano: incluindo a física na problematização da alimentação. *Alexandria*, v. 6, p. 53-79, 2013.

VIGGIANO, Esdras; MATTOS, Cristiano Rodrigues de. A comparação das visões de ensinar e de aprender de professores de física em formação com base na abordagem comunicativa. **Atas do X Encontro de Pesquisa em Ensino Física. Londrina: SBF, 2006.**

WERTSCH, J. V. **Vygotsky y la formación social de la mente.** Barcelona: Paidós, 1985.

Wertsch, J.V. *Vygotsky and the social formation of mind.* Cambridge: Harvard University Press. 1985.

YANG, F.Y. Exploring high school students' use of theory and evidence in an everyday context: the role of scientific thinking in environmental science decision-making. *International Journal of Science Education*, v. 26, n. 11, p. 1345-1364, 2004.

ZABALA, A. **Prática Educativa:** como ensinar. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

ZANON, D. A. V.; FREITAS, D. D. **A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental:** ações que favorecem a sua aprendizagem. *Ciências e Cognição*, v. 10, p. 93- 103, 2007.

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

APÊNDICES

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO-UFRPE.
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS – PPGEC.

Termo de Livre Consentimento e Esclarecimento aos Professores (Apêndice 1)

A presente pesquisa de Doutorado intitulada “ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS: BUSCANDO RELAÇÕES ENTRE MODOS DE PENSAR E CONTEXTOS EM ESTUDOS SOBRE FÁRMACOS E AUTOMEDICAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA” tem como objetivo analisar as interações produzidas entre os estudantes, o professor e conceitos químicos científicos quando uma questão sociocientífica é abordada em sala. Analisaremos a heterogeneidade dos discursos produzidos e processos de tomada de decisão quando questões abordadas no âmbito de um determinado tema forem debatidas em aula. A pesquisa se desenvolverá em três etapas distintas: delimitação do campo de pesquisa, reuniões de orientação e planejamento da sequência didática e por fim, aplicação da sequência didática nas turmas escolhidas como campo de pesquisa. Nesse momento, vocês professores estão sendo convidados a responder um questionário diagnóstico que tem como intuito ser o instrumento pelo qual escolheremos ESCOLA para investigação e os professores colaboradores para participar das demais etapas. As etapas posteriores de elaboração e aplicação da sequência serão vídeo e audiogravadas. Os dados empíricos serão utilizados apenas para fins de pesquisa, a identidade dos participantes será preservada em todos os momentos, no texto da TESE, nos artigos e textos futuros a serem publicados para divulgação dos resultados da pesquisa.

Bruna Herculano da Silva Bezerra
Professora Assistente da UAST
Doutoranda do 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 em todas as suas etapas e aceito participar.

Assinatura do Professor(a)

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO-UFRPE.
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS – PPGEC.

Termo de Livre Consentimento e Esclarecimento ao estudante (Apêndice 2)

A presente pesquisa de Doutorado intitulada “ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS: BUSCANDO RELAÇÕES ENTRE MODOS DE PENSAR E CONTEXTOS EM ESTUDOS SOBRE FÁRMACOS E AUTOMEDICAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA” tem como objetivo analisar as interações produzidas entre os estudantes, o professor e conceitos químicos científicos quando um tema sociocientífico é abordado em sala. Analisaremos a heterogeneidade dos discursos produzidos e processos de tomada de decisão quando questões abordadas no âmbito do tema FARMÁCOS forem debatidas em aula (autoremediação, a pílula da inteligência, polêmicas quanto ao uso de remédios genéricos, originais, manipulado, similares e diferenças entre remédios e drogas). Para isso, será necessário um conjunto de aulas nas quais o tema FARMÁCOS E AS FUNÇÕES OXIGENADAS 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 TESE, nos artigos e textos futuros a serem publicados para divulgação dos resultados da pesquisa. O período da intervenção e pesquisa será de 01/05/2018 à 08/06/2018 e nessa ocasião ocorrerá a vídeo e audiogravação.

Bruna Herculano da Silva Bezerra
Professora Assistente da UAST
Doutoranda do 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

5. Existe alguma diferença entre o medicamento original do fabricante, genérico e o similar? Se existe qual (is) é (são) essa(s) diferença(s)?

6. Suponha que você vai até a farmácia com a receita de um medicamento em mãos, não há restrições quanto à compra de genérico, similar ou original do fabricante. Na farmácia há diversas opções inclusive remédios naturais. Nesse caso, qual você prefere e por quê?

7. Em sua opinião o que é automedicação?

8. Você costuma fazer uso de medicamentos sem prescrição médica? Quais medicamentos? Por quê?

9. Em sua opinião a automedicação oferece algum risco à saúde? Qual(is) riscos e/ou por quê?

Obrigada!

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO-UFRPE.
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS – PPGEC.

Textos (apêndice 4)



“Sobre a Química dos Remédios, dos Fármacos e dos Medicamentos”.

A humanidade utiliza, desde os tempos remotos, produtos naturais na busca por alívio e cura de doenças por meio da ingestão de ervas e folhas. Uma das maiores contribuições da química para o bem-estar da humanidade tem sido a produção de medicamentos como, por exemplo, os antibióticos que foram desenvolvidos mediante a síntese racional após o reconhecimento das propriedades antibacterianas da penicilina-G, derivada de metabólitos de micro-organismos como os fungos. Ainda hoje, muitos fármacos comercializados utilizam insumos naturais em sua composição, contribuição dada por indígenas e povos primitivos (VIEGAS JR. et al., 2006).

Por intermédio de estudos na área da Química de fármacos, sabemos a relação entre as estruturas químicas de suas moléculas e as influências que elas têm sobre nossos corpos, sendo possível saber como alguns desses fármacos agem. Os medicamentos são substâncias ou associações de substâncias químicas que possuem propriedades curativas ou preventivas de doenças em seres humanos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2010).

Em organismos vivos, os medicamentos atuam de muitas maneiras: alguns minimizam a sensação de dor, outros induzem a calma ou eliminam a depressão. Outros ainda fazem o oposto, induzindo um sentimento de euforia que, algumas vezes, leva à dependência (Atkins, 2002). Os responsáveis por esses efeitos no organismo são os princípios ativos, substâncias orgânicas formadas principalmente por carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O). De acordo com Maira Ferreira et al. (2007, p.13):

Durante muito tempo, a Química Orgânica foi considerada como a Química dos produtos naturais de origem animal e vegetal, derivando daí seu nome. Podemos dizer que a definição mais frequente para a Química Orgânica é a que conceitua essa área como o ramo da Química que trata dos compostos de carbono.

De modo a contextualizar esse o tema Fármacos e a Saúde Humana, sintetizaremos aqui alguns dos conceitos fundamentais que irão compor nossas discussões.

O que é a automedicação e quais são seus riscos?

O grande uso de diversos medicamentos pela população, muitos deles comprados sem receita médica, e os riscos da automedicação para a saúde são assuntos importantes que devem ser estudados. O principal objetivo é conscientizar as pessoas sobre as consequências da automedicação. Os resultados da automedicação podem ser muito perigosos, desde uma simples intoxicação até a morte.

O problema pode não estar na medicação em si, mas na prática abusiva e nas combinações perigosas, podendo mascarar sintomas e agravar doenças. Outro risco é a dependência física e psicológica, como nos casos de psicotrópicos (antidepressivos) que, se tomados acima da dose prescrita, afetam o sistema nervoso.

Medicamentos vendidos sem necessidade de receita – ácido acetilsalicílico, paracetamol, dipirona sódica – parecem inofensivos, porém o uso indevido causa danos, principalmente no fígado.

A automedicação é conceituada como a prática de ingerir substâncias de ação medicamentosa sem o aconselhamento e/ou acompanhamento de um profissional de saúde qualificado (PAULO & ZANINI, 1988, OMS, 2005). Normalmente, a automedicação ocorre, quando o indivíduo tem algum sintoma doloroso e/ou patológico e decide tratar-se, sem consultar um profissional especializado. Embora sem a competência necessária para reconhecer distúrbios, avaliar sua gravidade e escolher a terapêutica mais adequada, o indivíduo determina então o medicamento a ser utilizado, seja por verificação de eficiência anterior, ou seja, por indicação de outra pessoa não habilitada, como amigos e familiares (SIMÕES & FARACHE, 1988).

Alguns dos problemas causados pela automedicação são: o aumento do erro nos diagnósticos das doenças, a utilização de dosagem insuficiente ou excessiva, o aparecimento de efeitos indesejáveis graves ou reações alérgicas (LIMA, 1995, OMS, 2005). Atualmente, o hábito de tomar remédios isentos de receita médica ou sem tarja, também conhecidos como remédios de prateleira ou “over the counter” e indicados para tratar pequenos males do dia a dia por um curto espaço de tempo (3 dias), é muito comum devido ao fácil acesso e ao marketing significativo na mídia.

De forma interessante, um certo nível de automedicação é aceitável, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), desde que ocorra, de forma responsável. De acordo com a OMS, este nível de automedicação pode ser benéfico para o sistema público de saúde (OMS, 2005). Exemplos, como dores de cabeça, muitas vezes, resultantes de situação de estresse, cólicas abdominais ou menstruais, podem ser aliviadas temporariamente com medicamentos de menor potência (BRASS, 2001).

A automedicação responsável pode ser definida como Prática pela qual os indivíduos tratam doenças, sinais e sintomas utilizando medicamentos aprovados para venda sem prescrição médica, sendo estes de eficácia e segurança comprovadas quando utilizados racionalmente. São requisitos para automedicação responsável: que os Medicamentos a serem utilizados tenham segurança, qualidade e eficácia comprovadas; serem medicamentos utilizados em algumas doenças crônicas ou recorrentes (seguidos de um diagnóstico médico inicial). Tais medicamentos, em todos os casos, devem ser especificamente destinados ao uso proposto, requerendo doses apropriadas.

Atenção: O hábito de tomar remédios isentos de receita médica ou sem tarja, também conhecidos como remédios de prateleira são indicados para tratar pequenos males do dia a dia por um curto espaço de tempo (3 dias). O uso destes medicamentos, se estendido por decisão própria, pode comprometer posteriormente o tratamento adequado de determinadas patologias, por mascarar os verdadeiros sintomas, provocando ainda o aumento do período do uso da medicação adequada.

O QUE SÃO MEDICAMENTOS?

Medicamentos são produtos especiais elaborados com finalidade de diagnosticar, prevenir, curar doenças ou aliviar seus sintomas, sendo produzidos com rigoroso controle técnico para atender às especificações determinadas pela Agência de Vigilância Sanitária (Anvisa).

O efeito do medicamento se deve a uma ou mais substâncias ativas com propriedades terapêuticas reconhecidas cientificamente, que fazem parte da composição do produto, denominadas fármacos, drogas ou princípios ativos.

Os medicamentos seguem a normas rígidas para poderem ser utilizados, desde a sua pesquisa e desenvolvimento, até a sua produção e comercialização.

IMPORTANTE: Para que os medicamentos tenham o efeito desejado, eles devem ser usados de forma correta e com orientação médica e farmacêutica.

PARA QUE SERVEM OS MEDICAMENTOS?

Alívio dos sintomas

- Diminuem ou eliminam sintomas (dor, febre, inflamação, tosse, coriza, vômitos, náuseas, ansiedade, insônia, etc), mas não atuam nas causas. Ao aliviar os sintomas, o medicamento pode mascarar a doença,

dando a falsa impressão de que o problema foi solucionado. Por isso, antes de usá-lo, é importante consultar o médico e o farmacêutico.

Cura das doenças

- Eliminam as causas de determinada enfermidade, como infecções e infestações. Tem-se como exemplos: antibióticos, anti-helmínticos (medicamentos contra vermes), antiprotozoários (medicamentos contra malária, giardíase e amebíase);
- Corrigem a função corporal deficiente: suplementos hormonais, vitamínicos, minerais e enzimáticos, etc.

Prevenção de doenças

- Auxiliam o organismo a se proteger de determinadas doenças. Alguns exemplos são: soros, vacinas, antissépticos, complementos vitamínicos, minerais e enzimáticos, profiláticos da cárie, etc.

Diagnóstico

- Auxiliam na detecção de determinadas doenças, além de avaliar o funcionamento de órgãos. Neste grupo estão os contrastes radiológicos.

 Ao utilizar um medicamento é importante ter CONHECIMENTO para quê ele é indicado.

O que são Fármacos?

Os fármacos são substâncias ativas com propriedades terapêuticas reconhecidas cientificamente, que fazem parte da composição do produto, também conhecidos como drogas ou princípios ativos.

O que é o princípio ativo?

Nós fazemos uso de remédios desde a Idade da Pedra, há milhões de anos. Naquela época o homem já percebia que determinadas plantas e substâncias tinham poder para curar dores e feridas. Milhares de anos passaram e a ciência avançou até ser possível identificar qual é a molécula dentro de uma planta responsável pelo efeito terapêutico. Essa molécula é o que chamamos de princípio ativo ou fármaco. E não só foi possível identificar, como também sintetizar essa molécula em laboratório.

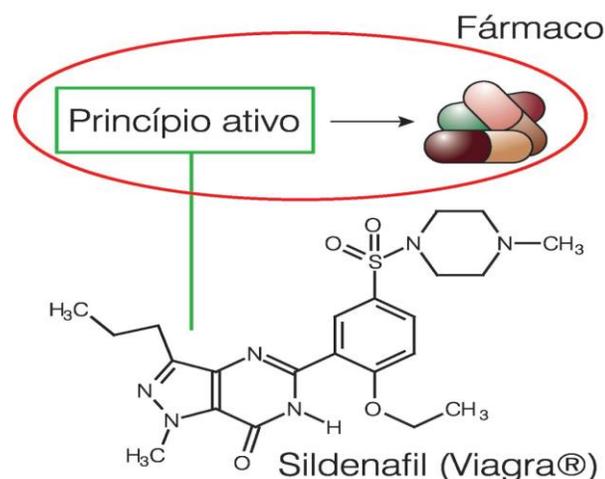
Os princípios ativos ficaram muito conhecidos com a chegada dos genéricos, porque eles levam o próprio nome da molécula, como o Omeprazol (Pratiprazol®) e Nistatina+Óxido de Zinco (Pratiderm®).

Mas... quando lemos uma bula, vemos que os medicamentos têm vários componentes na fórmula. Se o princípio ativo é o responsável pelo efeito, por que a gente não toma somente ele?

Os outros componentes — que às vezes têm aquele nome impronunciável — exercem várias outras funções, como aumentar a durabilidade do medicamento e torná-lo ainda mais eficaz.

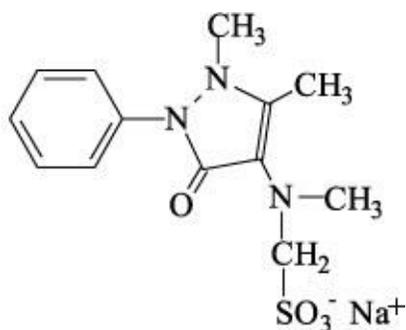
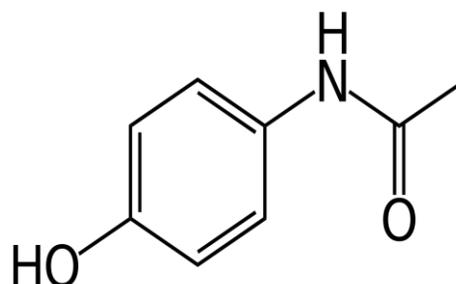
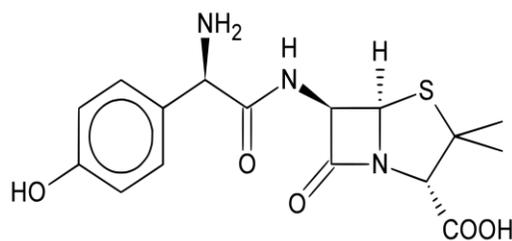
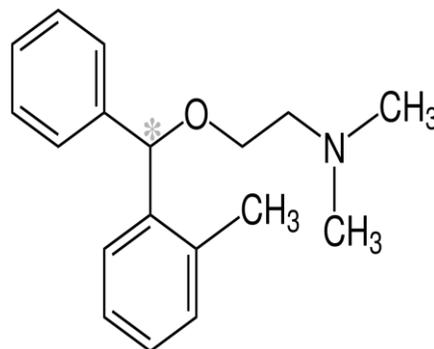
Medicamentos e Funções orgânicas

Os medicamentos são constituídos por diversas substâncias químicas que apresentam em sua estrutura inúmeras funções orgânicas. Função orgânica é um conjunto de substâncias que possuem sítios reativos com propriedades químicas semelhantes. Cada função orgânica apresenta um átomo ou grupo de átomos, que caracteriza a função a que o composto pertence, chamados grupos funcionais. Um exemplo de fármaco de origem orgânica utilizado para o controle da dor aguda que não responde aos analgésicos tradicionais é a morfina. A morfina é um analgésico opióide derivada do ópio retirado do leite da papoula

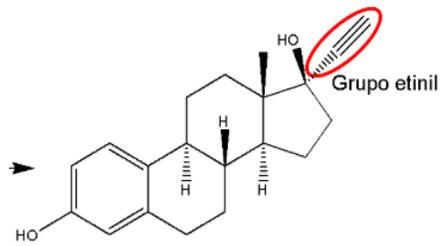


(*Papaver somniferum*). Possui fórmula molecular $C_{17}H_{19}NO_3$. Apresenta em sua composição os seguintes grupos funcionais: éter, fenol, álcool e uma amina.

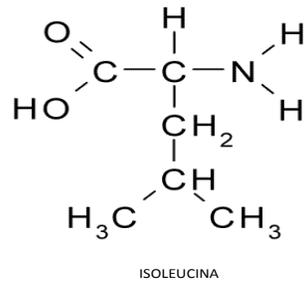
O que determina a ação terapêutica de um medicamento é o princípio ativo. Uma substituição de uma função orgânica do princípio ativo pode resultar em uma modificação da atividade biológica da molécula. Tendo-se em vista que a maioria dos medicamentos utilizados atualmente é de origem orgânica, o desenvolvimento da química orgânica tem papel central em vários processos que visam à descoberta e o aprimoramento de medicamentos, assim como o entendimento da sua ação sobre o organismo. Entre outros exemplos, apresentamos os seguintes princípios ativos de alguns dos medicamentos mais utilizados por vocês segundo as repostas aos questionários:

DIPIRONA**PARACETAMOL****AMOXICILINA****ORFENADRINA ("DORFLEX")**

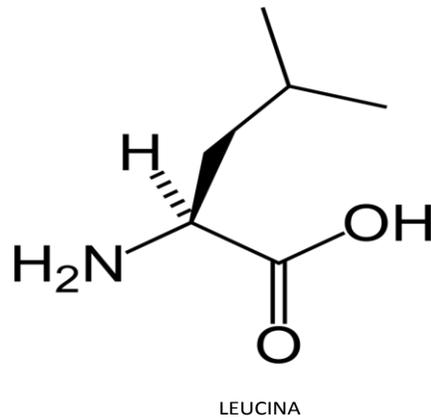
Etinilestradiol (“ANTICONCEPCIONAL”)

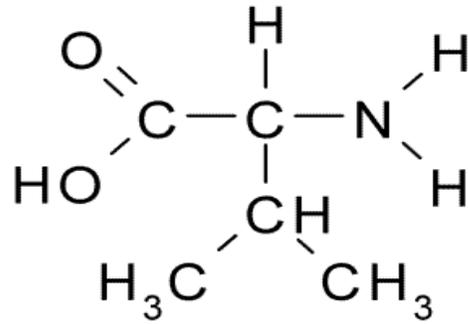


L-leucina, L-isoleucina e L-valina (“BCAA”)

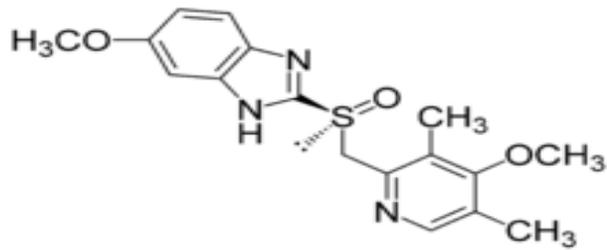


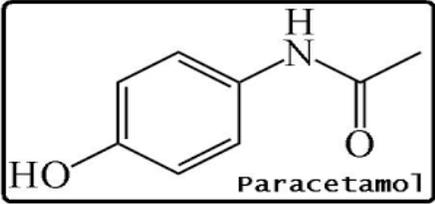
L-leucina, L-isoleucina e L-valina (“BCAA”)

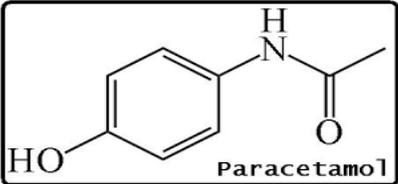


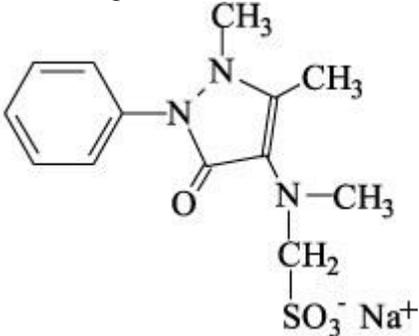
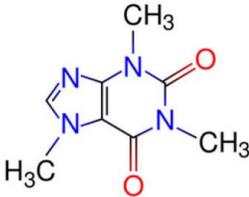
L-leucina, L-isoleucina e L-valina ("BCAA")

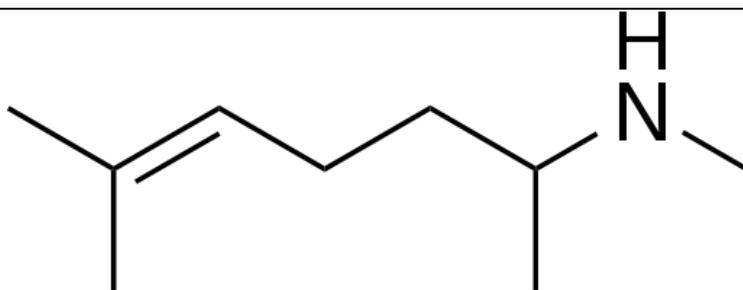
VALINA

OMEPRAZOL

A Química do Tylenol®	
Princípio ativo: Paracetamol	
Fórmula Química:	
<p>EFEITOS DESEJADOS: O remédio diminui o envio de mensagens aos receptores de dor e atua na regulação da temperatura do corpo, baixando a febre. Quando o paracetamol é metabolizado pelo fígado, uma pequena parte se transforma em uma substância tóxica, a NAPQI, que na maioria dos casos é rapidamente eliminada.</p>	
<p>EFEITOS INDESEJADOS: Para adultos, a partir de 4 gramas por dia ou 1 g de uma vez só, o fígado pode não dar conta de toda a NAPQI produzida. Nesse caso, aumenta o risco de lesões irreversíveis e falência do órgão. As crianças são ainda mais vulneráveis.</p>	
<p>OUTRAS INFORMAÇÕES:</p> <p>Parte das overdoses de paracetamol é intencional, mas existe um grande número de pessoas que passa da medida sem perceber. Ou porque acha que a droga é 100% segura — e nenhuma é — ou por desconhecer que muitos outros remédios para dor, coriza, febre, alergia e inflamação contêm o princípio ativo. Digamos que você tome um Tylenol para febre (750 mg de paracetamol) e um Resfenol (400 mg) para coriza, congestão nasal e outros desconfortos do resfriado. É 1,55 grama por dose, o que já traz riscos para o fígado, já que o órgão metaboliza melhor até 1 grama de cada vez. Bom, essa dosagem quatro vezes ao dia dá 6,2 gramas, enquanto o ideal para não sobrecarregar o fígado é de 4 gramas para baixo. Se você ainda por cima mandar aquele remedinho para relaxar a musculatura depois de um dia tenso no trabalho, a conta aumenta.</p> <p>Um comprimido de Torsilax, o décimo medicamento mais vendido no Brasil em 2015 e o segundo em faturamento, coloca 300 mg de paracetamol a mais na sua corrente sanguínea. Se suas noites forem frequentemente banhadas a três doses de álcool, o fígado, que a essa altura estará tomando uma lavada das NAPQIs, vai pedir para sair. Tomar paracetamol para curar ressaca, então, é apagar fogo com gasolina.</p> <p>Em 2011 e 2014, o FDA alertou os médicos para que deixem de prescrever drogas que contenham mais de 325 mg de paracetamol em combinação com outras substâncias. É uma tentativa de desestimular o consumo casado, de mais de um remédio com o mesmo princípio ativo, que pode levar a uma overdose acidental.</p>	

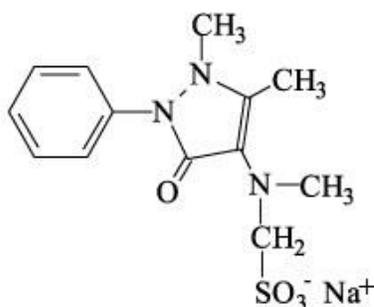
A Química da Sonridor Caf®	
Princípios ativos: paracetamol, cafeína	
Fórmulas Químicas	
<p>Cafeína</p> 	 <p>Paracetamol</p>
<p>EFEITOS DESEJADOS: Sonridor Caf® é indicado para o alívio da febre e da dor de intensidade leve a moderada, incluindo dor de cabeça, enxaqueca, dor musculoesquelética, cólicas menstruais, dor de garganta, dor de dente, dor pós procedimentos odontológicos, dor e febre após vacinação e dor de osteoartrite.</p> <p>Sonridor Caf® contém paracetamol, que reduz a febre agindo no centro regulador da temperatura do corpo e diminui a sensibilidade à dor, atuando sobre o sistema nervoso central, e cafeína, que potencializa a ação do paracetamol.</p>	
<p>EFEITOS INDESEJADOS: Em pacientes com estado de glutatona esgotada, como em caso de sepse, o uso do paracetamol pode aumentar o risco de acidose metabólica. Os sintomas de acidose metabólica incluem: respiração rápida, profunda, difícil, sensação de mal estar (náusea e vômito) e perda de apetite. Entre em contato com o seu médico imediatamente se tiver esta combinação de sintomas. Casos de disfunção/falência hepática ainda tem sido relatado em pacientes com níveis de glutatona esgotado em pacientes desnutridos, com índice de massa corporal baixo, anoréxicos ou usuários crônicos de álcool. A ingestão excessiva de café, chá e bebidas enlatadas que contenham cafeína devem ser evitadas quando você estiver usando este medicamento, pois a alta ingestão pode causar dificuldades de dormir, agitação e uma sensação de desconforto no peito devido a aceleração dos batimentos cardíacos. Cada comprimido efervescente contém 427mg de sódio, o que deve ser levado em consideração, caso você siga uma dieta restrita em sódio. Comprimidos efervescentes de Sonridor Caf® ainda contém 50mg de sorbitol - se você tem problema hereditário raro de intolerância à frutose, você não deve tomar este medicamento. Se você faz uso de anticoagulantes como varfarina e outras cumarinas, o uso regular diário de paracetamol por períodos prolongados pode intensificar o efeito anticoagulante, com maior risco de sangramentos; entretanto, o uso ocasional de paracetamol não produz este efeito. O uso deste medicamento não é recomendado para mulheres grávidas, devido ao possível risco aumentado de aborto espontâneo associado ao consumo de cafeína. O uso deste medicamento durante a amamentação deve ser evitado, pois a cafeína pode ter um efeito estimulante na criança. Este medicamento não deve ser utilizado por mulheres grávidas sem orientação médica ou do cirurgião dentista. Informe ao seu médico ou cirurgião-dentista se você está fazendo uso de algum outro medicamento.</p>	
<p>OUTRAS INFORMAÇÕES:</p> <p>Atenção como contém paracetamol, não use outro medicamento que contenha paracetamol, pois o uso concomitante com outros produtos que contém paracetamol pode causar overdose. Se você tem doença nos rins ou no fígado, você deve consultar o médico antes de utilizar este medicamento, uma vez que o uso de paracetamol aumenta o risco de danos nestes órgãos.</p>	

Dipirona®	
Princípio ativo: Dipirona	
Fórmula Química:	
	
<p>EFETOS DESEJADOS: A dipirona é um medicamento analgésico, antipirético e espasmolítico, muito utilizado no tratamento de dores e febre, normalmente provocadas por gripes e resfriados, por exemplo. A Dipirona está indicada para o tratamento da dor e da febre. Os efeitos analgésico e antipirético podem ser esperados em 30 a 60 minutos após a administração e geralmente duram cerca de 4 horas.</p>	
<p>EFETOS INDESEJADOS: Os efeitos colaterais da Dipirona incluem urticária, pressão baixa, distúrbios renais e urinários, distúrbios vasculares e reação alérgica grave. A Dipirona está contraindicada na gravidez, amamentação e em pessoas com alergia à dipirona sódica ou a qualquer um dos componentes da fórmula, asma, porfíria aguda do fígado intermitente e deficiência congênita da glicose-6-fosfato-desidrogenase.</p>	
<p>OUTRAS INFORMAÇÕES:</p> <p>A [(2,3-diidro-1,5-dimetil-3-oxo-2-fenil-1H-pirazol-4-il)metilamino] popularmente chamada de dipirona também conhecida como metamizol foi produzida pela primeira vez em durante o ano de 1920 pela empresa alemã Hoechst AG, sua produção em massa se iniciou em 1922 porém em 1970 alguns países como os EUA proibiram sua venda por ser capaz de causar agranulocitose (alteração caracterizada pela diminuição das células sanguíneas ou ausência de <u>leucócitos</u>), porém em muitos países, como no Brasil, essa droga é de venda livre e isenta de <u>prescrição médica</u>.</p> <p>A dipirona é uma das drogas mais utilizadas no Brasil para o alívio de febre e dores, como as dores de dente, neuralgias, dores de cabeça e miosites. Dentre os fármacos que contém a dipirona como parte da composição temos o Lisador®, Dorflex®, Neosaldina®, Novalgina® e Buscopan composto® e em todos estes, estão presentes bulas indicando os riscos associados ao uso. No Brasil este fármaco está disponível nas formas farmacêuticas solução oral e injetável, gotas e comprimidos. A dipirona pode ser comprada nas farmácias convencionais com o nome comercial de Novalgina, Anador, Baralgin, Magnopyrol ou Nofebrin, sob a forma de gotas, comprimidos, supositório ou como solução injetável, por um preço que pode variar entre 2 a 20 reais, dependendo da dosagem e da forma de apresentação.</p>	
A Química da Neosaldina®	
Princípios ativos: Dipirona, mucato de isometepto e cafeína	
Fórmulas Químicas	
Dipirona	
Isometepto	



O isometépteno (geralmente conhecido como mucometo de isometépteno) é uma amina que às vezes é usada no tratamento de enxaquecas e cefaleias tensionais devido às suas propriedades vasoconstritoras; isto é, causa constrição (estreitamento) dos vasos sanguíneos (artérias e veias). Juntamente com paracetamol e dicloralfenazona, é um dos constituintes do Neosaldina e de outros medicamentos para esse fim.

Cafeína



Mecanismo de ação: O isometépteno é uma amina secundária alifática monoinsaturada. Mecanismo de ação As propriedades vasoconstritoras do Isometepteno surgem através da ativação do sistema nervoso simpático via epinefrina e norepinefrina. Esses compostos estimulam a ativação do músculo liso, levando à vasoconstrição pela interação com os receptores adrenérgicos da superfície celular.

EFEITOS DESEJADOS:

A dipirona diminui a dor e a febre, o isometepteno e a cafeína reduzem o calibre dos vasos sanguíneos do cérebro, enfraquecendo a dor.

EFEITOS INDESEJADOS: Não precisa nem exagerar no consumo para se expor a dois efeitos colaterais raros, mas potencialmente fatais da dipirona. Um é a diminuição da quantidade de células do sangue, como glóbulos vermelhos, glóbulos brancos e plaquetas.

Outro, especialmente em asmáticos, é o choque anafilático, reação alérgica grave que pode acontecer mesmo em quem está acostumado a usar a medicação. Esses riscos levaram muitos países a proibir a dipirona, como os EUA e a Austrália.

OUTRAS INFORMAÇÕES:

Outro problema com os remédios contra dor de cabeça é que eles podem diminuir a capacidade do corpo de liberar endorfinas, nossos analgésicos interiores. O uso exagerado cria resistência, quando é preciso uma dose maior para surtir efeito, e mascara outros distúrbios, que se tornam crônicos. Por exemplo, se o incômodo vem de uma sinusite mal curada, o comprimido alivia o sintoma, mas não resolve a causa. A inflamação na face vai ficando cada vez mais difícil de tratar. E a dor só piora.

ANEXOS

EXISTE DIFERENÇA ENTRE MEDICAMENTO DE REFERÊNCIA, SIMILAR E GENÉRICO? **MARCEL HARTMANN - O ESTADO DE S. PAULO**

Qual a diferença entre remédio de referência, genérico e similar?

Medicamentos não têm diferenças quanto aos efeitos no organismo e precisam passar por testes da Anvisa; preço pode variar

Desde 2013, medicações de referência, genéricos e similares precisam comprovar terem os mesmos efeitos e composição química para chegarem ao mercado. Foto: Emilian Danaila/Pixabay

No balcão da farmácia, você pede o medicamento de referência, receitado pelo médico, mas o farmacêutico oferece um genérico ou similar. Relutante, você não sabe qual escolher - e até fica com certo preconceito ante um deles. Pois saiba que nenhuma das opções afetará seu tratamento. As três classes de remédios têm os mesmos efeitos no organismo e podem ser adquiridas com uma única receita. O único afetado será seu bolso - o preço, sim, tem variação.

A guerra entre os três tipos de drogas ocorre há anos - até agora, os medicamentos de referência desfrutam da maior credibilidade. No entanto, para efeitos práticos, as três classes de droga têm os mesmos princípios ativos e podem ser usadas por qualquer pessoa, sem prejuízo ao tratamento, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e o Conselho Federal de Farmácia (CFF).

Medicamento de referência. A medicação original costuma ter mais credibilidade porque é a original e inovadora, que vem ao mercado após milhões de dólares em pesquisa e uma bateria de estudos comprovando efeitos e segurança junto às agências reguladoras de saúde. E é por causa dos recursos investidos que o preço, normalmente, é mais alto: as indústrias farmacêuticas querem reaver o valor gasto ao longo dos anos. Para recompensar os esforços em trazer um medicamento novo ao mercado, a Anvisa concede à empresa o direito de explorá-lo comercialmente com exclusividade por 20 anos, contados a partir do registro no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI).

Durante esse tempo, só ela lucra com o produto - mas também não pode fazer o que bem entender, porque a Comissão Interministerial de Preços, um órgão que reúne membros de vários ministérios, regula o valor do medicamento para que ele não seja abusivo com os brasileiros.

Em casos específicos, a patente pode ser quebrada. “Em nome da saúde pública, se um medicamento trouxer grandes benefícios à terapia, a patente pode ser quebrada. Isso já ocorreu duas vezes no tratamento contra o vírus HIV”, explica Cabral Pavei, especialista em tecnologia farmacêutica e controle de qualidade e vice coordenador do curso de farmácia da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA).

Genéricos. Via de regra, após os 20 anos, a patente é quebrada e todas as informações sobre o remédio, que eram guardadas a sete-chaves pela empresa, tornam-se públicas. Com isso, outras indústrias podem fabricá-lo e, após submeter o medicamento “cópia” à aprovação da Anvisa, estão aptas a vendê-lo. Essa cópia do original tem nome: é o genérico.

“Ele surgiu há algumas décadas em outros países com o objetivo principal de tornar mais acessíveis os medicamentos, após o fim do direito da patente. Não é algo de país pobre, como muita gente diz”, explica Rogério Hoefler, farmacêutico pesquisador do Centro Brasileiro de Informação sobre Medicamentos, do Conselho Federal de Farmácia.

Genéricos surgiram como política pública para tornar remédios mais baratos à população. Foto: qimono/Pixabay

Como política pública no mundo, diz Hoefler, o genérico surgiu nos Estados Unidos em 1984, por força do *Drug Price Competition and Patent Term Restoration Act*, conhecido como “*Hatch-Waxman Act*”. Essa lei passou a encorajar indústrias farmacêuticas a fabricar genéricos e deu diretrizes que, posteriormente, passaram a ser seguidas em outros países.

Hoje, os genéricos representam 72% das prescrições médicas norte-americanas, [segundo o Conselho Regional de Medicina de São Paulo \(CREMESP\)](#). No Reino Unido, corresponde a 45% do mercado. No Brasil, 30%, [segundo a Associação Brasileira de Indústrias de Medicamentos Genéricos](#).

O genérico virou política pública por aqui em 1999 com a publicação da Lei nº 9.787, criada para tornar tratamentos mais acessíveis à população de baixa renda. Em 2004, com o objetivo de assegurar o menor preço, a [Anvisa publicou uma resolução](#) que obriga os genéricos a custarem pelo menos 35% menos do que a medicação de referência.

A fórmula do genérico é a mesma do remédio original, com o mesmo princípio ativo, concentração e ação no organismo. A diferença é que não pode ter marca - a embalagem deve apresentar apenas o princípio ativo que está na fórmula, como Paracetamol ou Ácido acetilsalicílico, por exemplo. O efeito, contudo, é o mesmo: o genérico passa pelos mesmos testes de ação e eficácia, impostos pela Anvisa, que as drogas de referência.

“No mundo inteiro, onde se introduziu a política dos genéricos, as grandes empresas tentaram desacreditá-los. Muitos mitos foram lançados, e os médicos não acreditavam em genéricos. Mas isso não tem verdade, tanto é que, hoje, há multinacionais adquirindo empresas brasileiras para produzir, além da medicação de referência, os genéricos também”, diz Rogério Hoefler, do CFF.

De fato, das dez maiores indústrias farmacêuticas presentes no Brasil, nove têm linha de fabricação de genéricos, segundo a Associação Brasileira de Indústrias de Medicamentos Genéricos.

Similares. Das três classes de medicamento, os similares detêm a menor credibilidade. Não são poucos os médicos que afirmam que eles são mais fracos ou menos eficazes do que os remédios originais.

Na verdade, o similar nada mais é do que um genérico com marca - ou seja, uma cópia do medicamento de referência que pode ter um nome fantasia e um logo bonitinho. Conforme a Lei nº 9.787/1999, o similar deve ter os mesmos princípios ativos, concentração, forma farmacêutica, via de administração, posologia e indicação terapêutica que a medicação de referência.

A má fama é forte porque, até 2003, a Anvisa não exigia pesquisas comprovando que eles eram cópias fiéis dos remédios de referência - e que, portanto, eram uma alternativa substituível. “Os fabricantes tinham apenas que comprovar que seus produtos atendiam a padrões de qualidade definidos em farmacopeias (a comprovação de que continham a substância ativa em quantidade e qualidade aceitáveis, e de que o produto como um todo estava em conformidade com parâmetros)”, explica Hoefler, do Conselho Federal de Farmácia.

Os Similares começaram a comprovar bioequivalência em relação a medicamentos de referência desde 2003.

Até hoje, o Conselho Federal de Medicina (CFM) orienta os médicos a receitar, com preferência, o medicamento de referência ou o genérico. “O Conselho entende que enquanto não houver segurança específica sobre a intercambialidade entre o medicamento de referência e o similar, o médico não deve receitar o similar”, diz Hermann von Tiesenhausen, primeiro-secretário do CFM.

No entanto, desde a Resolução nº 134/2003, os fabricantes de similares precisam apresentar ao governo estudos comparativos com o medicamento de referência, segundo a Anvisa. São comprovações de bioequivalência - ou seja, que o similar pode ser uma alternativa ao medicamento original. Ao E+, o órgão explica que as indústrias farmacêuticas tiveram dez anos para apresentar pesquisas para provar isso.

“Podemos dizer que, desde 2013, os similares são equivalentes aos medicamentos de referência, podendo diferir somente em características relativas ao tamanho e forma do produto, prazo de validade, embalagem, rotulagem, excipientes [substâncias que completam massa e volume na cápsula] e veículo, devendo sempre ser identificado por nome comercial ou marca”, diz a assessoria de imprensa do órgão.

Hoje, todos os similares que estão no balcão da farmácia passaram por esses testes. E a Anvisa disponibiliza, em seu site, uma lista constantemente atualizada dos remédios (referência, genérico e similares) que são intercambiáveis entre si - a última atualização foi no dia 8 de março.

Referência por genérico ou similar, sim. Atualmente, você pode ir à farmácia com uma receita de medicamento de referência e pedir por um genérico ou similar (e vice-versa), sem qualquer prejuízo ao

tratamento. “Os medicamentos similares devem ser bioequivalentes em relação aos seus respectivos medicamentos de referência”, diz Hoefler, do Conselho Federal de Farmácia

Se estiver na dúvida, basta procurar na embalagem do similar a frase: “Medicamento similar equivalente ao medicamento de referência”. Se ela for presente, você pode usá-lo tranquilamente.

Genérico por similar, não. Imagine que você teve uma consulta no Sistema Único de Saúde e o médico receitou um genérico. Ao chegar à farmácia, você pode apenas pedir o genérico em questão ou a medicação de referência, nunca o similar. “A intercambialidade é entre a droga original e a testada, seja similar ou genérico”, diz Hoefler, do Conselho Federal de Farmácia.

Isso porque as indústrias farmacêuticas responsáveis por similares e genéricos apresentam à Anvisa testes que garantem a intercambialidade apenas em relação ao medicamento de referência, e não o similar ou o genérico. Portanto, vale tomar cuidado.



O QUE É AUTOMEDICAÇÃO, CAUSAS E QUAIS SÃO AS CONSEQUÊNCIAS?
POR MAYRA (MINUTO SAUDÁVEL)

Seja por conta própria ou por indicação, o simples ato de tomar remédios sem recomendação médica pode ser mais prejudicial à saúde do que se imagina. Isso porque os perigos da automedicação vão além do agravamento da doença, já que o uso inadequado de medicamentos pode causar até mesmo a morte.

É bastante comum ter em casa um estoque de comprimidos e pílulas para amenizar as dores mais diversas. Porém, o alívio dos sintomas após a automedicação nem sempre significa que houve um tratamento adequado. E muito menos que o problema foi resolvido, pois a prática pode estar mascarando problemas mais sérios.

Entenda como o uso indevido de medicamentos pode afetar a saúde e saiba como se proteger dos perigos da automedicação!

O que é automedicação?

A automedicação se caracteriza pela **prática de tomar remédios, sem a avaliação prévia de um profissional de saúde**. Nessas situações, a pessoa tende a medicar-se por conta própria ou por indicação de amigos, familiares e conhecidos. Tal hábito geralmente está relacionado à intenção do paciente em aliviar algum sintoma.

Automedicação no Brasil

O Brasil é recordista mundial em automedicação. De acordo com pesquisa de 2016 feita pelo Instituto de Ciência Tecnologia e Qualidade (ICTQ), 72% dos brasileiros se medicam por conta própria. Além do uso inadequado, muitos têm o hábito de aumentar as dosagens para obter alívio mais acelerado. Outro dado relevante mostra que 40% da população faz o autodiagnóstico por meio da internet.

Surpreendentemente, a edição anterior da mesma pesquisa, realizada em 2014, também apontou que quanto maior o grau de escolaridade, maior é a prática da automedicação pelos brasileiros. Já em relação ao gênero, os dados são bastante próximos: 76,7% dos homens e 75,1% das mulheres têm o hábito de se automedicar.

Uma das alternativas para auxiliar no combate ao uso indevido de medicamentos seria promover a venda fracionada. Isso favoreceria o acesso aos remédios, aumentaria as chances de adesão ao tratamento e, ainda mais importante, evitaria o desperdício. Atualmente tal proposta está em análise no senado, por meio do projeto de lei nº 98/2017.

Casos de intoxicação

Em relação à **intoxicação por uso de medicamentos**, os números também podem ser bastante assustadores. De acordo com o Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas, cerca de 30 mil casos de internação são registrados por ano no Brasil, sendo as crianças as maiores vítimas – menores de 5 anos de idade representam uma parcela de aproximadamente 35% dessa estatística.

Tipos de uso irracional de medicamentos

A automedicação é apenas um dos tipos de uso irracional de medicamentos. Dentre as outras formas estão: Uso abusivo de medicamentos (poli medicação); Ex: tomar um medicamento atrás do outro não respeitando os intervalos recomendados pela bula ou médico.

Uso excessivo por via de administração inadequada (utilizar por conta própria o medicamento injetável ao invés de oral);

Uso do medicamento como forma exclusiva de cura para doenças (medicalização) sem estar associados a outras questões como alimentação saudável, exercícios físicos e hábitos saudáveis.

Uso inadequado de antibióticos, tanto em doses incorretas quanto em infecções não bacterianas;

Consumo excessivo e frequente de medicamentos.

Causas da automedicação

A principal causa da automedicação talvez esteja relacionada a um aspecto cultural, em que tomar remédio por conta própria, sem a necessidade de ir até o médico, alivia a dor de imediato. No entanto, outras causas podem contribuir para essa prática:

Precariedade do sistema de saúde;

Dificuldade para marcar consultas médicas;

Variedade de produtos fabricados pela indústria farmacêutica;

Venda livre de medicamentos;

Livre acesso à informações sobre doenças por meio da internet;

Falta de fiscalização na venda de medicamentos prescritos.

Como funciona a venda de medicamentos?

Por que ler a bula?

Quase metade dos brasileiros não têm o hábito de ler a bula e, quando leem, muitos não entendem o que as informações querem dizer. Isso pode ser um problema, especialmente em casos de automedicação.

É na bula que estão contidas as informações relevantes a respeito do medicamento: indicação, posologia, reações, precauções e interações medicamentosas. Por meio dela, o paciente tem acesso à todas as possibilidades de ocorrência do medicamento, podendo assim evitar possíveis complicações.

Para facilitar o acesso à informação, a Anvisa disponibiliza diversas bulas por meio de um [bulário eletrônico](#). Além disso, na página de cada medicamento dentro do [Consulta Remédios](#), a bula pode ser encontrada de maneira organizada e de fácil compreensão.

Em caso de qualquer dúvida, **consulte um farmacêutico**, lembrando que a presença desse profissional é obrigatória em qualquer farmácia.

Remédios mais utilizados na automedicação

Os líderes no ranking da automedicação são os anti-inflamatórios e analgésicos, especialmente aqueles que aliviam dores de cabeça e coluna. Na lista também estão remédios para combater sintomas da má digestão, gripes e resfriados.

A lista de medicamentos comumente utilizados inclui:

[Amoxil](#);

[Aspirina](#);

[Dorflex](#);

[Neosaldina](#);

[Neosoro](#);

[Omeprazol](#);

[Paracetamol](#);

[Sal de Fruta Eno](#);

[Salonpas](#);

[Torsilax](#);

[Tylenol](#).

Consequências: quais os principais riscos da automedicação?

Não é somente o fato de tomar o remédio sem recomendação médica que pode trazer riscos à saúde. Doses em excesso, administração inadequada e uso para fins não indicados também trazem consequências perigosas.

O principal problema está no fato da automedicação contribuir para a dificuldade e atraso no diagnóstico de determinadas doenças, agravando o problema.

Outros riscos relacionados são:

Interação medicamentosa

A combinação de medicamentos pode anular ou potencializar o efeito do outro. Por esse motivo, é tão importante ler as informações contidas no campo “interação medicamentosa”, presente na bula do remédio.

Resistência de micro-organismos

O uso abusivo de antibióticos pode aumentar a resistência de micro-organismos, comprometendo a eficácia do tratamento. Por esse motivo, hoje a venda desse tipo de medicamento só é permitida com a retenção da receita.

Intoxicação

Os analgésicos, anti-inflamatórios e antitérmicos são os maiores causadores de intoxicação pelo uso de medicamentos. O problema pode surgir quando há uma superdosagem na ingestão do remédio, resultando em reações alérgicas. Em quadros graves de intoxicação, pode haver a morte do paciente.

Nos casos de **intoxicação infantil** por uso de medicamentos, os riscos são ainda maiores em crianças com menos de seis anos de idade. O acúmulo da substância no organismo pode comprometer o funcionamento dos órgãos e gerar outras sequelas.

Dependência

O alívio imediato da dor após o uso de alguns medicamentos pode tornar-se um vício, fazendo com que o paciente não viva mais sem o remédio. O problema está no fato de que a ingestão recorrente pode fazer com que a substância não tenha mais efeito no organismo ao longo do tempo. Além disso, o abuso de medicamentos pode gerar complicações mais sérias à saúde.

Hipocondria e o vício em remédios

Pessoas viciadas em remédios e que apresentam preocupação excessiva relacionada à problemas de saúde podem ser hipocondríacas. Porém, somente o hábito de tomar medicamentos constantemente não caracteriza a [hipocondria](#). O sintoma mais comum desse transtorno psicológico é o medo intenso e prolongado de possuir uma doença grave.

Portanto, é importante buscar ajuda médica em qualquer sinal de obsessão, seja relacionada à doenças ou ao uso de remédios.

Automedicação e Ministério da Saúde

A fim de incentivar a administração correta de remédios de acordo com as normas do SUS, o Ministério da Saúde instituiu o Comitê Nacional para a Promoção do Uso Racional de Medicamentos (CNPURM).

Segundo a Organização Mundial da Saúde, o conceito de uso racional refere-se a “quando os pacientes recebem os medicamentos apropriados à sua condição clínica, em doses adequadas às suas necessidades individuais, por um período adequado e ao menor custo possível para eles e sua comunidade.”

O uso indevido de medicamentos, até mesmo os de venda livre, pode trazer consequências ao organismo. Por isso, consultar um profissional de saúde e **ler a bula** é sempre a melhor opção em qualquer sinal de problema. Compartilhe os riscos da automedicação para que essa prática seja cada vez menos comum!