



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA ELABORAÇÃO DE UMA PROPOSTA
DIDÁTICA DISCURSIVA EM AULAS DE QUÍMICA NO ENSINO
SUPERIOR**

Jéssyca Brena Soares Rodrigues

SAPIENTIA AEDIFICAT

**João Pessoa – PB - Brasil
Março/2019**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA ELABORAÇÃO DE UMA PROPOSTA
DIDÁTICA DISCURSIVA EM AULAS DE QUÍMICA NO ENSINO
SUPERIOR**

Jéssyca Brena Soares Rodrigues

**Dissertação apresentada
como requisito para
obtenção do título de
Mestre em Química pela
Universidade Federal da
Paraíba.**

Orientador(a): Karen Cacilda Weber

SAPIENTIA AEDIFICAT

**João Pessoa – PB - Brasil
Março/2019**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

R696q Rodrigues, Jessyca Brena Soares.

Questões Sociocientíficas na Elaboração de uma Proposta Didática Discursiva em Aulas de Química no Ensino Superior / Jessyca Brena Soares Rodrigues. - João Pessoa, 2019.

113 f. : il.

Orientação: Karen Cacilda Weber.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

1. argumentação. 2. questões sociocientíficas. 3. casos investigativos. 4. alfabetização científica. I. Weber, Karen Cacilda. II. Título.

UFPB/CCEN

Questões sociocientíficas na elaboração de uma proposta didática discursiva em aulas de química no ensino superior.

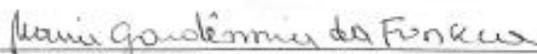
Dissertação de Mestrado apresentada pela aluna Jéssyca Brena Soares Rodrigues e aprovada pela banca examinadora em 27 de março de 2019.



Profª. Dra. Karen Cacilda Weber
Orientadora/Presidente



Profª. Dra. Angela Fernandes Campos
Examinadora



Profª. Dra. Maria Gardênnia da Fonseca
Examinadora

A Deus, porque Dele, por Ele e para ele são todas as coisas. Aos meus companheiros nessa trajetória: meus pais, meus irmãos, aos amigos e ao meu companheiro de vida.

AGRADECIMENTOS

Na certeza de que esse trabalho foi construído com o apoio de muitos corações, faço agora os meus agradecimentos àqueles e àquelas que foram fundamentais nesse processo. Porém, antes de tudo, gostaria de agradecer a Deus e aos céus, a fonte de força interior para concluir esse trabalho.

Fica o meu agradecimento aos meus pais que são os meus exemplos maiores no campo do aprender. Meu pai que me inspira com sua inteligência, que me ensinou os primeiros cálculos, que sempre espera de mim o melhor e que me incentiva a alcançar lugares cada vez mais altos. E a minha mãe, a minha heroína, a minha companheira, que chora as minhas lágrimas, que ri o meu riso. A você, mamãe, eu agradeço por tudo, por todo o cuidado, por todo o amor e pelo seu exemplo. Amo vocês!

Aos meus irmãos, Jully e Diego, que também estão sempre comigo, se preocupam, me incentivam, me fazem rir, e me lembram de que a vida é mais do que trabalho e seriedade. Obrigada pela confiança que vocês depositam em mim, às vezes, até maior que a minha própria. Amo vocês!

Ao meu companheiro de vida, Márcio, meu primeiro leitor. Sem a sua ajuda, sua calma, suas orações, eu não teria chegado até aqui. Obrigada pelo companheirismo, pelas palavras de encorajamento, por sempre me faz lembrar que é preciso ter fé, pois no final tudo fica bem. Nós que passamos juntos por essa fase, concluímos essa etapa ainda mais fortes. Agradeço por tudo. Te amo!

Aos meus amigos, companheiros de caminhada, que torcem por mim, que mesmo longe, estarão sempre presentes na minha mente e coração. Khys, Patrícia, Amanda, obrigada por toda a torcida.

Com carinho e admiração, agradeço também a minha orientadora, Karen Weber, que sempre compreendeu os meus momentos de silêncio, os meus medos e inseguranças. Gratidão por cada palavra de incentivo, elas ficarão para sempre gravadas em meu interior.

A cada professor, a cada colega de faculdade, aos colegas do mestrado e a todos que em algum momento doaram do seu tempo e do seu conhecimento para a realização desse trabalho fica o meu agradecimento!

Por fim, agradeço também à Capes pelo financiamento da pesquisa.

RESUMO

Título: Questões sociocientíficas na elaboração de uma proposta didática discursiva em aulas de química no ensino superior

Autor: Jéssyca Brena Soares Rodrigues

Orientador: Karen Cacilda Weber

O presente trabalho trata do uso da atividade didática de casos investigativos que exploram questões sociocientíficas como meio de promover o discurso argumentativo em sala de aula de química no ensino superior. Acreditamos que esse tipo de abordagem está em consonância com os objetivos da alfabetização científica, visando a formação do cidadão voltada à participação democrática. O objetivo do trabalho foi promover um espaço para argumentação, além de contribuir para o desenvolvimento das habilidades de pesquisa, trabalho colaborativo, tomada de decisão e compreensão da natureza da ciência. A pesquisa é orientada pela teoria social crítica, aproximando-se das ideias de Paulo Freire. Foram elaborados dois casos investigativos : “Problema na Abacaxicultura” e “Sangue Artificial”. Os participantes da pesquisa, alunos do segundo período do curso de licenciatura e bacharelado em Química, resolveram os casos de modo colaborativo, em pequenos grupos. Após isso, apresentaram oralmente a solução escolhida pelo grupo. Utilizamos os seguintes instrumentos para coleta dos dados: gravação em vídeo das apresentações orais e discussões, textos dissertativos de cada participante e material expositivo usado pelos grupos nas apresentações. Para análise das produções textuais usamos a metodologia de análise de conteúdo. Percebemos que os alunos avançaram em relação à compreensão de aspectos da natureza da ciências e fundamentaram a decisão, principalmente, de acordo com questões socioeconômicas, ambientais e tendo como referência o conhecimento científico. Já na análise do material em vídeo, procuramos identificar e qualificar os argumentos de acordo com o padrão de Toulmin. Podemos dizer que os participantes apresentaram argumentos formalmente válidos, a maioria simples, outros apresentando até mesmo o elemento de refutação ou mais de uma justificativa, o que para alguns autores é um sinal de um argumento mais complexo. A atividade favoreceu a compreensão de aspectos sociais, ambientais e econômicos que se relacionam à ciência e ao trabalho científico.

Palavras-chaves: argumentação; questões sociocientíficas; casos investigativos; alfabetização científica.

ABSTRACT

Title: Socioscientific issues in the elaboration of a discursive didactic proposal in chemistry classes in higher education

Author: Jéssyca Brena Soares Rodrigues

Mastermind: Karen C. Weber

This work deals with the use of investigative cases that explore socio-scientific issues, to promote a space of argumentation for chemistry undergraduate students. . This type of approach is in line with the objectives of scientific literacy, which seeks the formation of the citizen for democratic participation. The aim of this work was to promote a space for argumentation, besides to contribute to the development of research skills, collaborative work, decision making and understanding of the nature of science. The research is guided by critical social theory, approaching the ideas of Paulo Freire. We developed two investigative cases: “Problem in Pineapple Crop” and “Artificial Blood. The upper chemistry students participating in the research solved the cases in small groups and then presented orally the chosen solution. The instruments we used to collect the data were: video recording of the presentations and discussions, dissertations of each participant, and exhibition material used by the groups in the presentations. For analysis of textual production we use the methodology of content analysis, according to Bardin. The students advanced in relation to the understanding of aspects of the nature of the sciences and made the decision, mainly, according to socioeconomic, environmental and with reference to the scientific knowledge. In the analysis of oral presentations we try to identify and qualify the arguments according to Toulmin’s layout of argument. We can say that the participants presented formally valid arguments, most of them simple, others presenting even the element of refutation or more than one justification, which for some authors is a sign of a more complex argument. The activity favoured the understanding of social, environmental and economic aspects related to science and scientific work.

Keywords: argumentation; socio-scientific issues; investigative cases; scientific literacy.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC – Alfabetização científica

CES – Câmara de Educação Superior

CNE – Conselho Nacional de Educação

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

C&T – Ciência e Tecnologia

MEC – Ministério da Educação e Cultura

NdC – Natureza da Ciência

QSC – Questões sociocientíficas

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Elementos básicos do <i>layout</i> do argumento de Toulmin	65
Figura 2 – <i>Layout</i> do argumento de Toulmin	66

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Análise do caso investigativo <i>Sangue artificial</i> de acordo com Herreid (1998) ..	45
Quadro 2 – Análise do caso investigativo <i>Problema na Abacaxicultura</i> de acordo com Herreid (1998) ..	46
Quadro 3 – Etapas da análise do material dessa pesquisa de acordo com a orientação de Bardin (1977) ..	52
Quadro 4 – Elementos do argumento de Toulmin (2006) presentes na fala dos estudantes do grupo 1 ..	70
Quadro 5 – Elementos do argumento de Toulmin (2006) presentes na fala dos estudantes do grupo 2 ..	74
Quadro 6 – Elementos do argumento de Toulmin (2006) presentes na fala dos estudantes do grupo 3 ..	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição das publicações consideradas nessa revisão	27
Tabela 2 – Distribuição dos participantes em pequenos grupos de trabalho	42
Tabela 3 – Etapas da Análise de Conteúdo	51
Tabela 4 – Hipóteses e objetivos que orientam essa análise	53
Tabela 5 – Temas e categorias de análise	54
Tabela 6 – Descrição dos temas relacionados à categoria Natureza da Ciência	60

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivos	16
CAPÍTULO II – TEORIAS DE EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA: AS QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS COMO MEIO DE ALCANÇAR A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA DO CIDADÃO	17
1.1 A Alfabetização científica do cidadão: aspectos históricos e relação com o ensino CTS	17
1.2 Aspectos teórico-metodológicos das Questões sociocientíficas: uma revisão da literatura	26
1.3 Aspectos da Natureza da Ciência orientando o ensino	31
1.4 Argumentação no ensino de Ciências	35
CAPÍTULO III – O PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA	38
3.1 Posicionamento teórico-metodológico: perspectiva crítica de pesquisa	38
3.2 Reconhecimento dos participantes	40
3.3 Planejamento e implementação da proposta	41
3.4 Descrição e construção dos casos investigativos	43
3.5 Instrumentos de coleta de dados	47
3.6 A análise de conteúdo como caminho metodológico	48
CAPÍTULO IV– TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS	53
4.1 Análise da produção textual dos estudantes	53
4.1.1 Fatores que orientam a decisão coletiva	54
4.1.2 Fonte das informações	59
4.1.3 Natureza da Ciência	60
4.2 Análise do argumento dos estudantes.....	64
4.2.1 O layout de argumento de Toulmin	64
4.2.2 Análise do discurso dos estudantes	67
CAPÍTULO V - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	80
REFERÊNCIAS	83

APÊNDICE 1 – PRIMEIRO CASO INVESTIGATIVO: Sangue artificial	89
APÊNDICE 2 – PRIMEIRO CASO INVESTIGATIVO: Problema na abacaxicultura	90
APÊNDICE 3 – TRILHA/CAMINHO PARA SOLUCIONAR O CASO INVESTIGATIVO	91
APÊNDICE 4 – CRITÉRIOS PARA ANÁLISE DE PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS	92
APÊNDICE 5 – TRANSCRIÇÃO DA DEFESA DE CADA GRUPO	94
ANEXO 1 – EMENTA DA DISCIPLINA DE PESQUISA APLICADA À QUÍMICA	112
ANEXO 2 – CERTIDÃO DE APROVAÇÃO DA PESQUISA NO CONSELHO DE ÉTICA DA UFPB	113

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

Iniciamos essa introdução trazendo ao leitor uma breve apresentação sobre o processo de construção do trabalho, procurando ao mesmo tempo nos colocar como sujeitos históricos, com nossas inquietações e questionamentos a respeito da educação científica.

Ao longo dos últimos anos no Brasil é inegável que tem sido ampliado o debate sobre o tipo de educação científica que fazemos junto aos alunos, bem como em relação aos seus objetivos, que tipo de cidadão se pretende formar, estratégias metodológicas e inclinações teóricas. Nesse contexto, se encontra o currículo de ciências de orientação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), a alfabetização científica, a discussão de questões sociocientíficas, argumentação científica e sociocientífica. Essas discussões também se fazem presentes nesse trabalho. Procuramos, modestamente, contribuir com as pesquisas da área.

Nas páginas seguintes o leitor irá encontrar a simbiose dos esforços dessa pesquisadora nos últimos anos, em um processo que se inicia na graduação em licenciatura em química, nos primeiros contatos com os textos sobre CTSA e na experiência formativa com o Programa de Iniciação à Docência (PIBID). Perpassa também por suas experiências como docente no ensino fundamental e médio em escolas públicas e privadas na Paraíba. E, por fim, chega ao momento do Mestrado, ampliando as leituras e reflexões sobre a educação científica, na intenção de estreitar a relação entre teoria e prática.

Acreditamos numa educação científica voltada para a formação cidadã, alinhada aos objetivos da alfabetização científica, refletindo o mundo a partir da teoria crítica que se aproxima do pensamento de Paulo Freire (1987). Para tanto, partimos da discussão de questões sociocientíficas, visando à promoção de um espaço de argumentação em sala de aula de química no ensino superior. As questões sociocientíficas têm sido entendidas pelos pesquisadores (MENDES, SANTOS, 2013; MORTIMER, SCOTT, 2002; SÁ, 2006; SÁ, QUEIROZ, 2010; SÁ, KASSEBOEHMER E QUEIROZ, 2013; SASSERON, CARVALHO, 2011) como temas de natureza controversa que permitem diferentes posicionamentos, estimulando a discussão e a argumentação, esses temas podem ser de ordem ambiental, ética, social, econômica, política, dentre outras.

A universidade como instituição social tem o compromisso com a formação dos sujeitos que atende. Sustentada no tripé de ensino, pesquisa e extensão, em seu fundamento, deve contribuir para a formação de profissionais críticos e criativos para atuarem em

sociedade de forma responsável. Diante disso, aceitamos o desafio de refletir sobre o processo de ensino-aprendizagem no ensino superior, tão marcado pela educação tradicional (ZANON, OLIVEIRA e QUEIROZ, 2009, p. 141).

Desse modo podemos dizer que esse trabalho busca responder as seguintes perguntas: *De que modo atividades fundamentadas na pesquisa e na argumentação podem contribuir para a formação de estudantes do ensino superior de química? Que outras habilidades são desenvolvidas no processo? Como os alunos do ensino superior de química argumentam? Qual a qualidade e os fundamentos desses argumentos?*

Pretendemos provocar a argumentação através da atividade de casos investigativos que exploram questões sociocientíficas (QSC). A atividade de casos investigativos, em nosso entendimento, estimula a pesquisa, o pensamento crítico, a argumentação e a reflexão acerca de implicações sociais decorrentes de decisões no trabalho científico, sendo essas habilidades fundamentais na formação ética do professor e do pesquisador.

No primeiro capítulo, apresentamos reflexões teóricas que fundamentam esse trabalho. A princípio mergulhamos na literatura a respeito da origem do conceito Alfabetização Científica, procurando entender como o mesmo foi e vem sendo ressignificado pelos diferentes grupos de interesse com respeito à educação científica. Também fazemos uma revisão de literatura acerca do uso da abordagem QSC entre os anos de 2005 e 2015. Em seguida, apresentamos justificativas para a inserção da discussão de aspectos da natureza da ciência em sala de aula. Ainda nesse capítulo discutimos tendências no tocante às pesquisas sobre argumentação no ensino de ciências.

Em nosso segundo capítulo, tratamos do percurso metodológico dessa pesquisa. Falamos sobre a orientação metodológica que nos norteou, os sujeitos participantes da investigação, o planejamento e a implementação da proposta e os instrumentos de coleta de dados.

Já o terceiro capítulo traz as nossas reflexões a respeito dos dados da pesquisa. Nesse capítulo, analisamos os casos investigativos que produzimos, com base na orientação de Herreid (1998). Fazemos algumas ponderações, de acordo com a análise de conteúdo segundo Bardin (1997), sobre as produções textuais individuais e coletivas dos estudantes. Por fim, usamos também o layout de argumento de Toulmin (2006) para análise do discurso dos

estudantes, na tentativa de verificar se há ocorrência de argumentação e a qualidade desses argumentos.

Encerramos esse trabalho com algumas considerações, na certeza de que o processo não acaba com a escrita desse relato de pesquisa. O trabalho pedagógico é constante e se faz por meio de contradições, de construções e desconstruções dos saberes, numa reflexão constante sobre a prática e tendo em mente o necessário compromisso com a mudança social.

1.1 Objetivos

Objetivo geral

Analisar uma abordagem discursiva para o ensino superior em química que estimula a apropriação da natureza da ciência e o desenvolvimento da argumentação por meio da utilização de casos investigativos que exploram questões sociocientíficas (QSC).

Objetivos específicos

- Avaliar a qualidade dos casos investigativos com base nas orientações para a produção de casos presentes na literatura.
- Investigar o desenvolvimento de habilidades de trabalho em equipe, comunicação oral e escrita pelos participantes.
- Verificar a confiabilidade e a natureza das fontes das informações utilizadas pelos participantes na construção do argumento.
- Examinar os critérios determinantes no processo de tomada de decisão a respeito das questões sociocientíficas apresentadas nos casos investigativos.
- Qualificar a visão dos participantes a respeito da Ciência, seus métodos de investigação e o funcionamento do empreendimento científico.
- Analisar a ocorrência e a qualidade dos argumentos no discurso dos participantes.

CAPÍTULO II – TEORIAS DE EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA: AS QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS COMO MEIO DE ALCANÇAR A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA DO CIDADÃO

1.1 A Alfabetização científica do cidadão: aspectos históricos e relação com o ensino CTS

O termo “alfabetização científica” ou “alfabetização científica-tecnológica” tem sido usado por professores e pesquisadores das áreas científicas amplamente, principalmente depois da década de 80 do século passado. Devido a sua popularização e alcance tem sido considerado como um termo difuso, já que não há um consenso a seu respeito (LAUGKSCH, 2000; SASSERON, CARVALHO, 2008; TEIXEIRA, 2013b). A alfabetização científica abarca um grande número de definições e interpretações teórico-metodológicas.

Assim, não podemos falar na existência de um movimento pela alfabetização científica da população, seja em alcance nacional ou globalizado; podemos sim afirmar que existe uma multiplicidade de movimentos e projetos educativos em ciências com essa orientação. Nesse sentido, Auler e Delizoicov (2001, p.2), considerando as diferentes concepções de educação que se reúnem sobre o título de alfabetização científica, elencaram alguns dos mais comuns significados que esses projetos apresentam: promoção da popularização das ciências naturais; divulgação científica; entendimento público da ciência; e democratização da ciência, por vezes chamado de “ciência para todos”.

Já na visão do educador químico brasileiro Chassot (2003, p. 97) a alfabetização científica da população tornaria possível o desenvolvimento das pessoas na vida diária, auxiliaria essas pessoas a resolverem problemas reais de natureza científica e a tomarem consciência da relação entre ciência e sociedade.

A alfabetização científica como conceito surgiu nos Estados Unidos, em 1958, numa publicação de Hurd (1958) intitulada *Scientific Literacy: its meaning for american schools*. A formulação do conceito deu-se no contexto da Guerra Fria (1945-1989), o mundo estava dividido ideologicamente em dois blocos de influência, de um lado estava os Estados Unidos (capitalista) do outro a União Soviética (comunista). Nesse conflito ideológico, o campo de atuação das duas potências dava-se principalmente no processo de inovação tecnológica. Um ano antes da publicação de Hurd (1958), a União Soviética havia lançado o satélite artificial

Sputinik ao espaço, dando um passo à frente dos Estados Unidos na corrida espacial. Dessa maneira, os Estados Unidos buscando acirrar a disputa tecnológica, passou a divulgar para a população a necessidade da compreensão e do apoio ao programa de investimento do governo em pesquisas científicas e tecnológicas. Assim, o conceito de alfabetização científica foi pensado a princípio para legitimar o discurso norte-americano acerca das inovações tecnológicas, questão que passava a interferir na visão educacional sobre ciência. Segundo Laugksch (2000, p. 72-73), tornava-se crescente a preocupação com o tipo de educação que as crianças receberiam para viver numa sociedade que cada vez mais se relacionava com ciência e tecnologia, influenciando seu desenvolvimento e sendo por ela influenciada.

Nesse contexto, surge o slogan “scientific literacy” que em português pode ser traduzido como alfabetização científica. A expressão procurava demonstrar o importante lugar que a ciência ocupava na sociedade americana. Durante os anos de 1957 a 1963 o conceito passou por uma fase de legitimação e construção de definições. Nesse momento, afirma Krasilchik (2000, p.85), o governo norte-americano realizou investimentos na área de educação científica e tecnológica com o objetivo de estimular os jovens a seguirem as carreiras científicas, que reverberou no surgimento dos “projetos de primeira geração” em Biologia, Física, Matemática e Química.

O desenvolvimento da ciência e tecnologia era considerado essencial para o crescimento da economia e da influência política dessa nação. Vale lembrar que estamos discutindo uma fase de desenvolvimento da nação americana relacionada ao processo de fortalecimento do sistema econômico capitalista e do desenvolvimento do Estado Democrático. Parece-nos clara a influência do ideal democrático e das concepções desenvolvimentistas tradicionais que vinculam o progresso científico ao progresso econômico e esse, por sua vez, ao progresso social, nas proposições base da alfabetização científica, em seu surgimento.

Desde o início do século XX, o filósofo americano John Dewey, já falava sobre a relação estreita entre democracia, educação e ciência. Ele enfatizava a necessidade de se pensar uma educação científica voltada aos interesses do coletivo como forma de promover o progresso social. Na análise das autoras Baptista e Palhano (2013) sobre as ideias deweyanas, há ênfase dos aspectos sociais relacionados à ciência e de como ela deve estar a serviço da humanidade e da democracia, afinal, “a ciência deve ser humanizada e estar a serviço do

homem, não como indivíduo isolado, mas como membro da sociedade. A ciência, educação e democracia são identificadas como uma única coisa” (p. 126).

Em seu artigo *Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios*, Santos (2007, p. 474) reconhece a influência de Dewey na discussão acerca da importância da educação científica nos EUA que foi sendo ampliada a partir da década de 50 sob o slogan de alfabetização científica.

Entre as décadas de 70 e 80 havia várias definições acerca da alfabetização científica. Porém, mais uma vez a situação econômica e política americana influenciou a educação científica¹. Laugksch (2000, p. 74) destaca que nessa fase os EUA passava por uma crise no setor de pesquisas em ciência, engenharia e educação científica (LAUGKSCH, 2000; KRASILCHIK, 2000). Em 1985, o desempenho dessa nação nas avaliações internacionais de educação básica levou à elaboração do documento “A nation at risk” pela Nacional Commission on Excellence in Education (1984, apud Laugksch, 2000, p. 73) que apresentava duras críticas ao modelo de educação científica vigente. Soma-se a essa problemática o abalo econômico sofrido diante do declínio em meio à competitividade internacional, devido principalmente à emergência do Japão como nova potência econômica mundial, juntamente com os países do pacífico, os chamados Tigres Asiáticos.

Para Santos (2007, p.477), a crise no processo educacional também se relacionava ao agravamento dos problemas ambientais como fator sócio-histórico, que juntamente com aqueles acima citados contribuíram para uma mudança na ênfase curricular no ensino de Ciências, dessa maneira, passou a ser necessário considerar aspectos sociais no desenvolvimento científico, numa relação recíproca. No início dos anos 80 os pesquisadores voltaram a se interessar pela alfabetização científica. Dessa vez a relevância social e cultural da ciência foi privilegiada em detrimento a abordagem científicista.

No Brasil o ensino de Ciências foi também influenciado pelas ideias e projetos dos EUA, principalmente aquelas da década de 50, denominados de projetos de “primeira geração” (KRASILCHIK, 2000, p. 85). Para Krasilchik (2000), o despertar do Brasil para a área de educação científica relaciona-se, principalmente, a necessidade do país em tornar-se mais independente em relação ao seu processo de desenvolvimento industrial.

¹ Devemos considerar ainda o processo em curso da Guerra Fria (1945-1989), sendo essas as últimas décadas do evento.

A preocupação com a educação científica se faz presente no movimento de renovação pedagógica denominada Escola Nova, a partir do final da década de 20 e início dos anos 30. Os pioneiros da educação renovada trouxeram para o Brasil a concepção pragmática de educação inspirada, sobretudo no discurso de Dewey.

De acordo com Santos (2007, p. 475), na década de 50, o movimento pela educação científica inspirou ações de atualização de currículos, distribuição de kits de laboratório e tradução de projetos americanos da área.

As reformas também aconteceram no campo legal, em 21 de dezembro de 1961 foi aprovada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação nº 4.024/61 que, segundo Krasilchik (2000), “ampliou bastante a participação das ciências no currículo escolar, que passaram a figurar desde o 1º ano do curso ginásial. No curso colegial, houve também substancial aumento da carga horária de Física, Química e Biologia” (p. 86).

Porém, a mudança no patamar político-social com o Golpe Militar de 1964, reverberou no plano político-pedagógico. O modelo econômico desenvolvimentista exigia a formação de mão-de-obra técnica-especializada para fazer o país crescer. Nesse sentido, o país viveu a ascensão da tendência pedagógica tecnicista, com a super-valorização das ciências naturais e o fortalecimento do pressuposto cientificista na educação que, para Santos (2007) corresponde ao paradigma de ciência “descontextualizada, individualista e elitista, empírica-indutivista e atórica, rígida, algorítmica e infalível, aproblemática e anistórica e acumulativa” (p. 484). A visão do papel da Ciência voltada para a formação profissional teve respaldo legal pela aprovação da LDB nº 5.692/71 (KRASILCHIK, 2000, p. 86).

Com o fim da ditadura militar e a abertura política (lenta e gradual) a partir da década de 80, e também com a influência das ideias acerca da alfabetização científica que há esse tempo se espalhava nos EUA e na Europa sobre o título de formação para cidadania envolvendo aspectos sociais, o Brasil voltou a se preocupar com o ensino de ciências para formar o cidadão. De acordo com Santos (2007, p. 482) em 1990 surge o tema CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade - no Brasil. Além disso, observa-se que a alfabetização científica incorpora as ideias de Paulo Freire expressa nos trabalhos de Santos e Mortimer (2001), Auler e Delizoicov (2001), Chassot (2003; 2006), e Santos (2002; 2007).

O ensino CTS tem como marco no Brasil a *Conferência Internacional sobre Ensino de Ciências para o Século XXI: ACT – Alfabetização em Ciência e Tecnologia* (SANTOS,

SCHNETZLER, 2010, p. 57) acontecida em Brasília, em 1990, onde foram apresentados trabalhos de pesquisadores de outros países sobre o ensino CTS. Com o tempo, segundo Santos e Schenetzler (2010), ampliou-se a visão sobre o ensino CTS ou CTSA², passando a ser denominado por muitos como abordagem sociocientífica, temas ou questões sociocientíficas. Essa perspectiva de ensino de ciências centra-se na inter-relação entre ciência, tecnologia e sociedade, apresentando uma visão crítica sobre as implicações sociais da ciência e a da tecnologia, bem como sobre as questões ambientais que advém do processo de desenvolvimento científico e tecnológico (p. 73-74).

Os cursos de ciência na perspectiva CTS/CTSA dão ênfase atualmente a aspectos sociocientíficos, procurando desenvolver nos alunos a capacidade de tomada de decisão visando à participação democrática do cidadão no que tange às questões sociocientíficas. Sobre os objetivos mais marcantes nos trabalhos de CTS, Santos e Schnetzler (2010) destacam:

[...] O ensino para o cidadão, via CTS, centra-se no desenvolvimento da capacidade de *tomada de decisão* por meio de uma abordagem que inter-relacione ciência, tecnologia e sociedade, concebendo a primeira como um processo social, histórico e não dogmático. Nesse sentido, entendemos que dentro de uma perspectiva crítica de ensino de CTS deve-se considerar que a tomada de decisão precisa ser vista como um processo participativo democrático, não reduzido a uma visão tecnocrática de decisão técnica de análise de custos e benefícios da perspectiva do mercado (SANTOS, SCHNETZLER, 2010, p. 79-80).

Ainda vale destacar que o ensino CTS se contrapõe à visão tecnocrática de desenvolvimento linear da sociedade determinado pelo desenvolvimento tecnológico. Nesse modelo linear de progresso, o desenvolvimento científico leva ao desenvolvimento tecnológico, que leva ao desenvolvimento econômico e, por fim, ao desenvolvimento social (AULER, DELIZOICOV, 2001, p. 4-6). Quando na verdade os desenvolvimentos tecnológico e econômico podem não ser sinônimos diretos de progresso social ou melhoria na qualidade de vida da população no geral. Assim, na perspectiva CTS (CTSA) busca-se promover uma leitura de mundo crítica e ampliada da realidade a partir da problematização das relações entre ciência, tecnologia, sociedade (e ambiente).

² A denominação CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – surge após o desenvolvimento do ensino CTS, como forma de evidenciar a forte tendência ambientalista dos movimentos pedagógicos que seguem essa perspectiva de ensino; serve também para se contrapor à visão reducionista do ensino CTS que enfatiza o aspecto tecnológico da tríade, deixando as implicações sociais em segundo plano.

O conceito Scientific Literacy foi traduzido no Brasil em duas versões que dividem os pesquisadores: alfabetização científica e letramento científico. Destacaremos essa distinção, para deixar claro o termo que adotamos no decorrer do trabalho.

Na visão de Santos (2002), o letramento científico não é o mesmo que alfabetização científica, uma vez que, a pessoa letrada utiliza as ações de leitura e escrita para exercer práticas sociais. Sendo assim, o letramento é um termo mais abrangente do que alfabetização (p. 38-39). Desse modo, o indivíduo letrado em C e T, para além de conhecer os conceitos ou termos científicos circunscritos teoricamente, faz uso dessa linguagem científica para estabelecer comunicação, posicionamento e tomada de decisão nas diversas esferas da vida social, dispondo acerca de temas de relevância na sociotecnologia; desse modo, “o que se busca não é uma alfabetização em termos de propiciar somente a leitura de informações científicas e tecnológicas, mas a interpretação do seu papel social” (SANTOS, 2007, p. 487).

Em perspectiva divergente de Santos (2002), Chassot (2006, p. 35), salienta que o termo letramento configura-se como uma designação pernóstica, visto que toma a sociedade numa configuração dual, onde as pessoas estariam inseridas em duas categorias: letrado e iletrado, sendo que esse segundo termo soa popularmente como petulante.

Ainda sobre o assunto, Teixeira (2013b, p. 796) argumenta que embora na linguística os termos alfabetizar e letrar sejam dotados de significados diferentes, nas Ciências Naturais letramento e alfabetização dizem respeito à mesma coisa, já que são processos que apresentam objetivos semelhantes. No entanto, o pesquisador deve deixar claro qual o termo utilizado em seu estudo, por questões de escolhas teóricas. Diante disso, utilizamos no nosso trabalho o termo alfabetização científica, ressaltando que esse tem sido o termo mais recorrentemente usado pelos pesquisadores brasileiros. Além disso, temos afinidades ideológicas sobre o que escreve Chassot (2003, p. 93) a respeito da alfabetização científica, entendendo a Ciência como uma linguagem e a alfabetização em ciências como uma forma de promover o empoderamento do cidadão para a transformação do mundo.

Ao partirmos dos pressupostos da alfabetização científica nos tempos atuais, devemos levar em consideração mesmo que resumidamente os seus eixos estruturais. Nesse sentido, nos é revelador o pensamento das autoras Sasseron e Carvalho (2008, p. 335) que entendem a alfabetização científica como tendência pedagógica estruturada nos seguintes eixos: compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais;

compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; entendimento das relações existentes entre CTSA.

Ainda sobre o conceito de alfabetização científica (AC), Laugksch (2000) afirma que os argumentos que justificam a necessidade de sua promoção na sociedade podem ser reunidos em duas categorias: macrovisão e microvisão. A primeira categoria (macrovisão) da AC diz respeito aos benefícios mais gerais e coletivos para a nação, para a ciência e para a sociedade. Já segunda categoria (microvisão) corresponde aos benefícios individuais advindos da AC.

Nesse sentido, a AC da população, segundo a macrovisão, contribui para o desenvolvimento econômico da nação, aumentando sua competitividade no mercado internacional, seja pela produção de artigos tecnológicos ou pelo aperfeiçoamento dos recursos humanos. O autor também destaca a necessidade de ampliação do apoio popular à própria ciência, o que inclui a aprovação das massas para investimentos financeiros em projetos científicos. Além disso, Laugksch (2000) afirma que o entendimento da natureza da ciência é importante para garantir a participação democrática em decisões coletivas que envolvem questões sociocientíficas.

A proposta da macrovisão é permitir uma compreensão em larga escala das questões da sociedade através de conceitos inerentes a ciência e tecnologia. Já a microvisão da alfabetização científica reduz a escala a uma percepção mais estreita, traz para os cidadãos benefícios individuais, pois permite aos mesmos terem mais elementos para auxiliá-los em questões ou problemas de ordem sociocientífica na vida cotidiana, no que diz respeito, por exemplo, a questões sobre saúde, alimentação, uso de recursos tecnológicos, hábitos de consumo, e outras decisões de ordem pessoal. Laugksch (2000) também argumenta que pessoas com maior conhecimento em C&T têm mais habilidades com produtos tecnológicos, sentem-se mais seguras para se posicionarem em discussões sobre esses temas, têm mais chances de se firmarem no mercado de trabalho e sentem-se por tudo isso, “empoderadas” em suas atividades sociais.

Para encerrar esse tópico gostaríamos ainda de destacar que concordamos com as palavras de Chassot (2003) sobre a importância da alfabetização científica na formação do cidadão em todos os níveis de ensino, seja na educação básica ou no nível superior. Para tanto, vejamos a sua reflexão a respeito da relevância da alfabetização científica para a compreensão da realidade pelos sujeitos e quando acontece o processo.

Como fazer uma alfabetização científica? Parece que se fará uma alfabetização científica quando o ensino da ciência, em qualquer nível – e, ousadamente, incluso o ensino superior, e ainda, não sem parecer audacioso, a pós-graduação –, contribuir para a compreensão de conhecimentos, procedimentos e valores que permitam aos estudantes tomar decisões e perceber tanto as muitas utilidades da ciência e suas aplicações na melhora da qualidade de vida, quanto as limitações e consequências negativas de seu desenvolvimento (CHASSOT, 2003, p. 99).

Como podemos perceber, na compreensão de Chassot (2003), a alfabetização científica ocorre quando o ensino de ciência colabora para o processo de formação se efetivar, no sentido de fornecer um leque de conhecimento e valores ao estudante que os permita compreender a ciência como um saber útil para o enfrentamento de questões inerentes a sua vida cotidiana e em sociedade. Alinhado a essa compreensão de ensino de ciência, em particular o de química, é desafiador responder as seguintes perguntas: “como pensar o currículo de ciências em cada nível de ensino afinado com esse paradigma de ensino-aprendizagem que as mudanças sociais nos impuseram?” ou “como promover a alfabetização científica dos cidadãos?”.

Essas são indagações inevitavelmente difíceis de serem respondidas, pois está em jogo todo um processo de formação de docentes que reverbera em um modelo de ensino marcado por uma concepção divergente à proposta da alfabetização científica. Percebe-se que no ensino superior há uma predominância das aulas expositivas, num viés mais tradicional, com uma pedagogia centrada no professor e preocupada com a transmissão de informações (ZANON, OLIVEIRA, QUEIROZ, 2009, p. 141).

Apesar do ensino tradicional ainda encontrar espaço nas universidades, as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química, integrantes do Parecer CNE/CES 1.303/2001 apontam o perfil dos formandos que se deve almejar, que está atrelado como veremos um pouco mais na frente à visão da alfabetização científica. Especificamente o licenciado em química deve possuir algumas competências e habilidades, como as citadas abaixo:

[...] Possuir capacidade crítica para analisar de maneira conveniente os seus próprios conhecimentos; assimilar os novos conhecimentos científicos e/ou educacionais e refletir sobre o comportamento ético que a sociedade espera de sua atuação e de suas relações com o contexto cultural, socioeconômico e político. [...] Identificar o processo de ensino/aprendizagem como processo humano em construção. Ter uma visão crítica com relação ao papel social da Ciência e à sua natureza epistemológica, compreendendo o processo histórico-social de sua construção. [...] Ter formação humanística que

permita exercer plenamente sua cidadania e, enquanto profissional, respeitar o direito à vida e ao bem estar dos cidadãos (BRASIL, 2001, p. 6-7).

Já as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada, resolução nº 2, de 1º de julho de 2015, do Conselho Pleno do CNE/MEC, institui os princípios, fundamentos, dinâmica formativa e procedimentos para a formação inicial e continuada dos profissionais do magistério. Em seu art. 8º fala que:

O(A) egresso(a) dos cursos de formação inicial em nível superior deverá, portanto, estar apto a:

I - atuar com ética e compromisso com vistas à construção de uma sociedade justa, equânime, igualitária;

[...]

VII - identificar questões e problemas socioculturais e educacionais, com postura investigativa, integrativa e propositiva em face de realidades complexas, a fim de contribuir para a superação de exclusões sociais, étnico-raciais, econômicas, culturais, religiosas, políticas, de gênero, sexuais e outras;

VIII - demonstrar consciência da diversidade, respeitando as diferenças de natureza ambiental-ecológica, étnico-racial, de gêneros, de faixas geracionais, de classes sociais, religiosas, de necessidades especiais, de diversidade sexual, entre outras; (BRASIL, 2015, p. 7-8).

De acordo com nossa interpretação, a preocupação com a dimensão ética, a formação inicial voltada para o desenvolvimento de uma postura investigativa, integrativa e propositiva, e o respeito às diferenças, são objetivos que convergem com aqueles apresentados nos trabalhos e publicações sobre alfabetização científica.

Acreditamos que o novo paradigma de ensino de ciência na educação básica voltado para a alfabetização científica do cidadão exige a formação inicial de professores de química com uma nova postura, mais interrogativa e problematizadora. Daí a importância de promover espaços de argumentação em aulas do ensino superior que contribuam para a formação crítica do futuro professor ou profissional da química tendo como objetivo macro a alfabetização científica.

1.2 Aspectos teórico-metodológicos das questões sociocientíficas: uma revisão da literatura

Segundo Sá et. al. (2013) as questões sociocientíficas (QSC) são temas nos campos da Biologia, Ética, Política, Economia ou Ambiente que guardam relação com ciência e tecnologia. Esses temas são potencialmente problemáticos e de natureza controversa, pois apresentam um certo grau de incerteza, uma vez que dividem opiniões e dão margem para diferentes visões. Por conta disso, a discussão desses temas pode ser usada para promover um espaço para argumentação em sala de aula.

Acreditamos que a discussão das QSC pode estar de acordo com os objetivos da alfabetização científica. Sobre a argumentação na abordagem das QSC, Mendes e Santos (2013), comentam:

O estudo da argumentação no âmbito de QSC pode também ser pensado a partir da proposta de Santos (2002) de introduzir o que ele denominou de aspectos sociocientíficos em uma perspectiva de educação humanística de ciências inspirada nas ideias de Paulo Freire. Consideramos que essa é uma orientação favorável à argumentação, já que, nesse movimento de problematizar o mundo, posições contrárias podem surgir e o discurso ser explorado no sentido de se configurar como argumentativo. (MENDES, SANTOS, 2013, p. 623).

Para Sá et. al. (2013), os principais objetivos com respeito a QSC são: auxiliar a aprendizagem dos conteúdos científicos, tornando-os relevantes; contribuir para a formação cidadã; estimular a tomada de decisão; fomentar a elaboração e defesa de argumentos por meio de um processo racional; compreender a natureza da Ciência. Em sua dissertação de Mestrado, Sá (2006) indica que as QSC estimulam a discussão a respeito dos assuntos científicos e contribuem para o desenvolvimento de habilidades como trabalho em equipe, comunicação, argumentação e criticidade.

Esses objetivos, como discutem vários pesquisadores (MENDES, SANTOS, 2013; MORTIMER, SCOTT, 2002; SÁ, 2006; SÁ, QUEIROZ, 2010; SÁ, KASSEBOEHMER E QUEIROZ, 2013; SASSERON, CARVALHO, 2011), podem ser alcançados a partir de atividades dialógicas que estimulem a comunicação e a argumentação, como o júri simulado, o debate, o texto argumentativo e a apresentação oral.

Apresentamos abaixo um levantamento da produção científica envolvendo QSC. A pesquisa foi realizada através do *Portal de Periódicos da Capes* em maio de 2016. O termo de busca utilizado foi “questões sociocientíficas”, onde obtivemos como resultado 20

publicações, dentre as quais um é trabalho publicado em anais de congresso, oito são artigos publicados em revista científica, cinco dissertações, cinco teses e um livro.

Descartamos um dos artigos da revisão que não continha o termo “questões sociocientíficas”, ou similares, em seu título e resumo³. O livro que constava no levantamento de autoria de Martínez Pérez (2012)⁴, não foi considerado nessa revisão, pois não servia aos fins deste trabalho, visto que, nosso objetivo foi fazer o levantamento das pesquisas teóricas e empíricas que envolvem as QSC. Assim, ficaremos com o relato de 18 produções científicas.

Faremos aqui um apanhado geral sobre os objetivos, o tipo de pesquisa desenvolvida, a definição de QSC na visão dos autores e como é feita a análise dos dados nas publicações, de acordo com os critérios apresentados no apêndice 4. O artigo de nossa autoria⁵ apresentado no III Congresso Nacional de Educação (CONEDU) traz a descrição detalhada dessas pesquisas. A tabela 1 apresenta as publicações aqui consideradas.

Tabela 1 – Descrição das publicações consideradas nessa revisão

Autor e ano	Publicação	Tipo de publicação
Pedro Reis e Cecília Couto (2008)	Os professores de ciências naturais e a discussão de controvérsias científicas: dois casos distintos	Artigo de revista científica
Bruno Cine Ribeiro do Carmo e Sílvia Luzia Frateschi Trivelato (2009)	Padrões morais e valores empregados por alunos de ensino fundamental em discussões sociocientíficas	Artigo publicado em anais de congresso
Márcio Andrei Guimarães, Washington Luiz Pacheco de Carvalho e Mônica Santos Oliveira (2010)	Raciocínio moral na tomada de decisões em relação a questões sócio-científicas: o exemplo do melhoramento genético humano	Artigo de revista científica
Leonardo Fabio Martínez Pérez e Washington Luiz Pacheco de Carvalho (2012)	Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências	Artigo de revista científica

³ O artigo que não consideramos nessa revisão tem a seguinte referência: SILVA, S. S.; GONZAGA, A. M. A interface currículo-educação em Ciências na Amazônia: narrativa de professores em formação continuada. **RBPG**, v. 11, n. 23, p. 219 - 243, 2014.

⁴ O livro ao qual nos referimos de autoria de Leonardo Fabio Martínez Pérez (2012) tem o título Questões Sociocientíficas na Prática Docente: ideologia, autonomia e formação de professores.

⁵ RODRIGUES, J. B. S.; WEBER, K. C. A abordagem de questões sociocientíficas no Brasil: uma revisão da literatura. In: III Congresso Nacional de Educação, V. 1, 2016. Natal. Anais... Natal: Realize, 2016.

Jordi Solbes Matarredona e Nidia Yaneth Torres Merchán (2013)	Quais são as concepções dos docentes de ciências em formação e em exercício sobre o pensamento crítico?	Artigo de revista científica
Luciana Passos Sá, Ana Cláudia Kasseboehmer e Salete Linhares Queiroz (2013)	Casos investigativos de caráter sociocientífico: aplicação no ensino superior de química	Artigo de revista científica
Leonardo Fabio Martínez Pérez (2014)	Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos	Artigo de revista científica
Wildson Luiz Pereira dos Santos (2014)	Debate on global warming as a socio-scientific issues: Science teaching towards political literacy	Artigo de revista científica
Érica Cavalcanti de Albuquerque Dell Asem (2010)	Argumentos, conhecimentos e valores em resposta a questões sociocientíficas – um caso no ensino fundamental	Dissertação de Mestrado Universidade de São Paulo
Nataly Carvalho Lopes (2010)	Aspectos formativos da experiência com questões sociocientíficas no ensino de Ciências sob uma perspectiva crítica	Dissertação de Mestrado Universidade Estadual Paulista – Campus de Bauru
Bruno Cine Ribeiro do Carmo (2010)	Padrões morais, valores e conceitos empregados por alunos de ensino fundamental em discussões sociocientíficas	Dissertação de Mestrado Universidade de São Paulo
Michel Pisa Carnio (2012)	O significado atribuído por licenciados ao currículo de Biologia numa perspectiva CTSA	Dissertação de Mestrado Universidade Estadual Paulista – Campus de Bauru
Paulo Gabriel Franco dos Santos (2013)	O tratamento de questões sociocientíficas em um grupo de professores e a natureza do processo formativo fundamentado em uma perspectiva crítica	Dissertação de Mestrado Universidade Estadual Paulista – Campus de Bauru

Leonardo Fabio Martínez Pérez (2010)	A abordagem de questões sociocientíficas na formação continuada de professores de ciências: contribuições e dificuldades	Tese de Doutorado Universidade Estadual Paulista – Campus de Bauru
Márcio Andrei Guimarães (2011)	Raciocínio formal e a discussão QSC: o exemplo das células-tronco humanas”	Tese de Doutorado Universidade Estadual Paulista – Campus de Bauru
Mírian Rejane Magalhães Mendes (2012)	A argumentação em discussões sociocientíficas: o contexto e o discurso	Tese de Doutorado Universidade de Brasília
Sidnei Percia da Penha (2012)	Atividades sociocientíficas em sala de aula de física: as argumentações dos estudantes	Tese de Doutorado Universidade de São Paulo
Cláudio Henrique da Silva Teixeira (2013a)	Enfoque CTSA no ensino de astronomia: uma investigação de possibilidades por meio da astronáutica	Tese de Doutorado Universidade Estadual Paulista – Campus de Bauru

A partir da leitura e análise dos textos dessa revisão, podemos sugerir algumas direções seguidas pelos pesquisadores da área. Portanto, faremos algumas generalizações a partir do universo dessa pesquisa, mesmo reconhecendo que o número de publicações analisadas é pequeno.

A maior parte das publicações descrevem pesquisas de natureza empírica, apenas dois artigos, sendo um de autoria de Leonardo Martínez Pérez (2014) e o outro de Wildson Santos (2014) não são desse tipo, pois se propõem a discutir aspectos teóricos-metodológicos das QSC e fazem revisões de estudos anteriores produzidos em seus grupos de pesquisa, desse modo, contribuindo para o debate do uso da abordagem QSC, em suas dificuldades e potencialidades.

Os estudos aqui comentados se dizem de natureza qualitativa, exceto aqueles que não deixam explícito essa definição. O modo como os (as) pesquisadores (as) desenvolveram os seus estudos, evidenciam a opção da pesquisa qualitativa adotada, o que fica claro nas escolhas dos instrumentos de coleta de dados, que vão desde a utilização de questionários,

passando por entrevistas semiestruturadas, gravações e transcrições de debates simulados sobre um tema pré-definido. A opção da pesquisa qualitativa pode ser percebida também pelos métodos de análise dos dados e pelo aporte teórico que os orientaram.

A perspectiva crítica na pesquisa educacional é o viés teórico predominante nas análises desenvolvida por esses (as) estudiosos (as), pode-se perceber que um terço dos estudos dessa revisão se intitulam críticos, sendo 3 artigos, 2 dissertações e 1 tese. Os demais estudos são: naturalista (1), fenomenográfico (1), estudo exploratório (1), estudo de caso (2), os demais não deixam claro a perspectiva de pesquisa que assumem.

Das dezoito produções científicas aqui consideradas, três tratam de QSC aplicadas ao ensino de Física (LOPES, 2010; PENHA, 2012; TEIXEIRA, 2013a), outras três são a respeito de temas ligadas à Biologia (GUIMARÃES, CARVALHO, OLIVEIRA, 2010; CARNIO, 2012; GUIMARÃES, 2011), e duas são de Química (SÁ, KASSEBOEHMER, QUEIROZ, 2013; MENDES, 2012). Os demais falam de temas gerais em ciências, pois tratam de pesquisas cujos participantes são do ensino fundamental ou professores de ciências.

Gostaríamos de destacar que a maior parte dos autores citados nessa revisão acreditam que a abordagem QSC faz parte do movimento CTS/CTSA, considerando que seus objetivos são similares. Para esses autores, os fundamentos do ensino CTS serviram de base para a abordagem QSC que além de se preocupar com a contextualização dos conteúdos, busca também desenvolver aspectos éticos e morais que se relacionam com as atividades científicas. Apenas o artigo de Pedro Reis e Cecília COUTO (2008), intitulado *Os professores de ciências naturais e a discussão de controvérsias científicas: dois casos distintos*, se contrapõe claramente a essa ideia.

Em relação aos participantes, grande parte das pesquisas ainda se concentra na educação básica (sete estudos nessa revisão), mas também é grande o número de pesquisas sobre abordagem QSC e a formação de professores em exercício, seja realizando cursos de formação continuada aos docentes de ciências sobre QSC e avaliando o resultado, ou sugerindo que a formação continuada é importante para a efetivação da abordagem QSC em sala de aula.

De modo geral, as pesquisas dessa revisão procuram levantar dificuldades e potencialidades da utilização da abordagem das QSC. Algumas delas procuram promover práticas argumentativas em sala de aula na forma de intervenção direta e têm o objetivo de

analisar os argumentos dos estudantes (DO CARMO, TRIVELATO, 2009; GUIMARÃES, CARVALHO, OLIVEIRA, 2006; SÁ, KASSEBOEHMER, QUEIROZ, 2013; ASEM, 2010; LOPES, 2010; DO CARMO, 2010; GUIMARÃES, 2011; PENHA, 2012). Mesmo assim, parece-nos que ainda é necessária a contribuição dos pesquisadores para elucidar questões pertinentes no que se refere à argumentação e as QSC, principalmente, no que diz respeito à utilização de modelos para análise do discurso argumentativo. O padrão de Toulmin, como citado em algumas produções (DO CARMO, TRIVELATO, 2009; ASEM, 2010; DO CARMO, 2010; GUIMARÃES, 2011) é uma opção legítima, mas é possível adaptá-lo ao contexto da argumentação em sala de aula? Outras ferramentas podem ser usadas? Que atividades ou que padrões verbais podem ser usados pelos professores para fomentar práticas argumentativas? Qual o papel do professor e do aluno no processo argumentativo? São algumas perguntas que queremos colocar nesse momento.

Outro ponto que precisa ser mais discutido é em relação às pesquisas envolvendo o uso de QSC no ensino superior. Sobre isso destacamos o trabalho de Luciana Sá, Ana Kasseboehmer e Salete Queiroz (2013). Parece-nos que ainda é um tabu a pesquisa social no meio acadêmico. Ao mesmo tempo, acreditamos que é importante trabalhar as QSC no ensino superior se quisermos formar profissionais críticos e criativos, com ampla visão de mundo e de seu papel na sociedade.

Essa breve investigação a respeito das pesquisas sobre as QSC foi fundamental para que pudéssemos nos colocar diante do cenário atual sobre o tema. A partir do que discutimos foi possível verificar quais são os vieses teóricos-metodológicos mais comuns entre os pesquisadores, bem como, perceber quais as lacunas e questionamentos que merecem a nossa atenção nessa oportunidade.

1.3 Aspectos da Natureza da Ciência orientando o ensino

Os tópicos anteriores desse capítulo já se referiram aos aspectos da natureza da ciência como um dos componentes fundamentais para alcançar a alfabetização científica dos cidadãos. Nesse momento da discussão procuramos refletir sobre o sentido da natureza da ciência (NdC), muito embora, não nos parece razoável falar em uma natureza da ciência, visto que a definição de NdC não é consensual e é dependente do objetivo da educação científica que se pretende realizar.

Por conta disso, apresentamos a seguir a definição de alguns autores sobre o que seria a NdC, em seguida vamos ressaltar alguns argumentos que justificam a importância da inserção de aspectos da NdC no ensino de ciências.

Santos (2013) traz a definição de NdC presente no documento base do Projeto 2061⁶, expressando que haveria “três assuntos centrais concernentes à Natureza da Ciência: a visão de mundo científica, os métodos científicos de investigação e a natureza do empreendimento científico” (p. 63).

Portanto, é importante entender o que é ciência e qual a visão das pessoas a respeito de seu papel social, quais os métodos e normas usados pelos cientistas para fazer ciência e também qual a dinâmica específica do trabalho científico (empreendimento científico): o que há de peculiar, o espaço para criatividade, a importância dos debates, do trabalho colaborativo e complementar dos diferentes grupos de cientistas. Essas reflexões para Santos (2013) contribuem para que se modifique a concepção das pessoas a respeito da visão estática da ciência, aproximando-se assim da maneira como é realizado o trabalho científico na contemporaneidade.

Pesquisadores como Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007) refletem sobre a inserção de aspectos da NdC na educação científica alinhada com o objetivo maior de promover a alfabetização científica com vistas à participação cidadã em decisões tecnocientíficas na sociedade democrática. Por colocar que não existe uma afirmação comum sobre a definição de NdC, os autores listam alguns consensos entre os pesquisadores: é necessário recusar a existência de um Método Científico único e infalível; a pesquisa científica é orientada pela teoria e não pela observação de dados brutos; o fazer ciência envolve a formulação de hipóteses e, por isso, é importante estimular o pensamento divergente e criativo, essas hipóteses devem ser testadas para que se chegue a uma resposta sobre a situação-problema; é necessário buscar a coerência global a fim de ter uma resposta confiável; compreender o aspecto social do trabalho científico que é executado em equipe, de modo colaborativo e institucionalizado.

Em sua tese de doutorado Reis (2004), apesar de enfatizar as controvérsias sobre a definição de NdC, afirma que “geralmente, a designação natureza da ciência refere-se à

⁶ O Projeto 2061 reúne as perspectivas de cientistas americanos sobre os conteúdos que os alunos deveriam aprender de modo que alcançassem a alfabetização científica ao final da educação básica. Desse modo, estabelece os princípios da alfabetização científica e demonstra preocupação com relação aos aspectos da natureza da ciência.

epistemologia da ciência, à ciência como uma forma de conhecimento ou aos valores e crenças inerentes ao desenvolvimento do conhecimento científico ” (p. 76). Desse modo, a NdC envolve aspectos sociológicos, históricos, filosóficos e psicológicos inerentes à ciência e à atividade científica (p. 76). O autor também explora o conceito de empreendimento científico que reúne as concepções acerca do que é e como funciona a ciência, como os cientistas trabalham e as relações influenciadoras entre a sociedade e a ciência.

Ainda gostaríamos de considerar a reflexão de Acevedo et. al. (2005) sobre a definição de NdC, onde os autores destacam os seguintes aspectos:

[...] o que é a ciência, seu funcionamento interno e externo, como se constrói e desenvolve o conhecimento que produz, os métodos que usa para validar este conhecimento, os valores implicados nas atividades científicas, a natureza da comunidade científica, os vínculos com a tecnologia, as relações da sociedade com o sistema tecnocientífico e, vice-versa, as contribuições deste para a cultura e o progresso da sociedade (ACEVEDO, VÁZQUEZ, MARTÍN, OLIVA, PILAR ACEVEDO, PAIXÃO, MASSARENO, 2005, p. 122-123).

Mesmo citando esses aspectos como comuns aos principais trabalhos sobre NdC, os autores deixam claro no texto que esse é um assunto controverso e não consensual. Até porque, não existe apenas a ciência acadêmica como opção em nossa sociedade, outras instituições, como as grandes corporações que desenvolvem a “tecnociência”, empreendem de forma diferente da academia. Por isso, é importante refletir sobre que tipo de NdC se quer ensinar.

Por fim, citamos o trabalho de Gil-Pérez et. al. (2001) que explicita visões deformadas do trabalho científico. Eles elencaram sete deformações, dentre elas a visão: (1) empírico-indutivista e atórica, que considera a experiência como a base da atividade científica, desse modo, desconsiderando ou subestimando o papel da teoria e da formulação de hipóteses; (2) rígida e algorítmica, onde o método científico é considerado infalível e não há espaço para criatividade; (3) aproblemática e ahistórica, que transmite a ideia do conhecimento como algo pronto e acabado, ou seja, o conhecimento é produzido sem que haja influência do contexto social vivido, desse modo não se considera as limitações das teorias e modelos, muito menos as perspectivas de mudanças; (4) exclusivamente analítica, que simplifica e fragmenta o conhecimento científico; (5) acumulativa de crescimento linear, onde as pessoas não consideram a evolução da ciência, as crises e conflitos que fizeram parte da construção da ciência; (6) individualista e elitista que alimenta as discriminações sociais e de gênero, por reafirmar que a ciência só pode ser feita por homens (e não por mulheres) da elite; (7)

socialmente neutra, quando não se considera as relações CTS. Essas percepções descritas pelos autores muitas vezes se sobrepõem e contribuem para que se desenvolva uma ideia ingênua do fazer ciência.

Os autores recomendam que os professores de ciências reflitam sobre as suas práticas didáticas para que evitem transmitir essas deformações. Eles ainda destacam algumas características essenciais do trabalho científico que já foram citadas acima nos comentários acerca do trabalho de Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007).

Nesse momento é de interesse listar os principais argumentos que justificam a inserção de aspectos da NdC no ensino básico e na formação de professores:

1. Promover uma visão mais humanizada da ciência tornando-a mais acessível e, desse modo, contribuir para aumentar o interesse público pelo empreendimento científico (REIS, 2004; SANTOS, 2013).
2. A discussão de aspectos da NdC pode contribuir para a aprendizagem dos alunos, visto que, já é um consenso que apenas a transmissão de conteúdo é insuficiente quando se quer promover a participação ativa para uma aprendizagem significativa (SANTOS, 2013; PRAIA, GIL-PÉREZ, VILCHES, 2007).
3. Fundamentar decisões sociocientíficas para a participação democrática (ACEVEDO, VÁZQUEZ, MARTÍN, OLIVA, PILAR ACEVEDO, PAIXÃO, MASSARENO, 2005; SANTOS, 2013; PRAIA, GIL-PÉREZ, VILCHES, 2007).
4. Melhorar a compreensão sobre a própria ciência na atualidade, suas limitações e potencialidades (ACEVEDO, VÁZQUEZ, MARTÍN, OLIVA, PILAR ACEVEDO, PAIXÃO, MASSARENO, 2005; GIL-PÉREZ, MONTORO, ALÍS, CACHAPUZ, PRAIA, 2001; REIS, 2004; SANTOS, 2013).
5. Contribuir para a alfabetização científica do cidadão (ACEVEDO, VÁZQUEZ, MARTÍN, OLIVA, PILAR ACEVEDO, PAIXÃO, MASSARENO, 2005, PRAIA, GIL-PÉREZ, VILCHES, 2007).

Acreditamos que o papel do professor é de fundamental importância na construção ou reconstrução de uma visão da natureza da ciência mais adequada e próxima da realidade atual. Desse modo, o professor atua como um influenciador na desconstrução das ideias de senso comum que são fortemente difundidas pelas mídias e meios de comunicação de massa.

Por isso, é de fundamental importância que os cursos de formação promovam a reflexão epistemológica, sócio-histórica e axiológica sobre a ciência de modo explícito dando a oportunidade do professor (ou futuro professor) repensar suas próprias concepções sobre ciência, métodos científicos e empreendimento científico, seu discurso e suas práticas pedagógicas (REIS, 2004, p. 80).

Nesse trabalho procuramos promover a reflexão sobre a NdC principalmente no que diz respeito à visão que se tem da ciência e de seu papel social; ao fazer científico, no que se refere aos métodos e normas da ciência, evidenciando a inexistência de um único Método infalível; e, por fim, ao empreendimento científico, em seu funcionamento interno (dinâmica do trabalho, colaboração entre os pares, etc) e externo (influências políticas, econômicas, sociais).

1.4 Argumentação no ensino de Ciências

Entendemos a argumentação como um processo linguístico, assim como Mendes (2012, p. 56) e Sá (2006, p. 18), um tipo particular de discurso que acontece na interação entre sujeitos na linguagem em uso.

Autores como Vieira e Nascimento (2009, p. 83) destacam a natureza justificatória e ponderativa da prática argumentativa, por isso, podemos dizer que a ação de argumentar muito se afina com o trabalho científico. Guimarães (2011, p. 21) é ainda mais categórico e afirma que “pensar cientificamente é argumentar”. Já Penha (2012, p. 288) diz que a argumentação tem papel central na ciência.

Apesar dessas justificativas, percebe-se ainda o pequeno espaço que a argumentação dialógica tem no ensino de ciências, é necessário atentar para a importância de promover situações didáticas que deem oportunidade aos alunos de desenvolverem o raciocínio e a argumentação (SÁ, 2006, p. 18-19).

No entanto, observa-se que o modelo das aulas baseia-se muito mais no discurso de autoridade do professor, que procura convencer seus alunos a aceitarem determinadas explicações científicas como verdades absolutas. A esse tipo de prática discursiva dá-se a denominação de argumentação retórica (BOULTIER, GILBERT, 1995, *apud* MENDES, 2012, p. 69). Porém, reafirmamos que a argumentação dialógica, onde se procura negociar diferentes perspectivas ou pontos de vistas sobre um problema de maneira equiparada, e não unilateral, é o caminho para o desenvolvimento social e pedagógico do docente, ainda que seja um desafio para a realidade de nossas salas de aula.

O discurso de autoridade do professor juntamente com uma postura anti-dialógica, se aproxima do que Freire (1987) denomina de ensino bancário, onde há um depósito de informação do professor para o aluno, sendo assim, a realidade é ignorada. Nesses moldes, o ensino de ciência é considerado descontextualizado e não-problematizado. Esse tipo de prática reafirma a concepção de ciência ahistórica, elitizada, acumulativa que discutimos no tópico anterior. De acordo com Zanon, Oliveira e Queiroz (2009) esse tipo de abordagem de ensino é marcante no ensino superior.

As pesquisas brasileiras sobre a argumentação são recentes e estão ainda em expansão. O trabalho sobre o estado de arte em pesquisas sobre argumentação no Brasil, de Sá e Queiroz (2011), faz um levantamento sobre diferentes aspectos desses estudos. Segundo elas, o número de publicações em revistas brasileiras e nos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPECs) começou a crescer de modo significativo somente a partir de 2007 (p. 17). Outras conclusões também são evidenciadas pelas autoras são elas: o maior número de publicações é na área de Física, provém da região Sudeste e são direcionadas aos alunos de ensino médio (p. 21-25). Os focos temáticos que predominam são estratégias para promoção de argumentação e formação de professores (p. 25-28).

O modelo de Toulmin (2006) é destacado como uma das principais ferramentas para analisar o argumento dos estudantes (SÁ, 2006, p. 22). Esse modelo leva em consideração que um argumento válido deve apresentar alguns elementos básicos (dado, conclusão e garantia), podendo também apresentar elementos complementares (apoio, qualificador modal e refutação). Desse modo, para Sá (2006), o modelo de Toulmin propõe uma análise estrutural do argumento, além das “relações lógicas que deve haver entre eles” (p. 22).

Sá (2006) e Mendes (2012) citam o trabalho de Driver e Newton (2000)⁷ sobre os objetivos da argumentação no ensino de ciências. Desse modo, a promoção de práticas argumentativas voltadas à resolução de questões científicas ou sociocientíficas poderia contribuir para compreensão de conceitos científicos, entendimento sobre a natureza do trabalho científico e no processo de tomada de decisão, uma vez que favorece a habilidade de pensamento crítico (DRIVER, NEWTON, 2000, p. 20-21, *apud* SÁ, 2006, p. 20).

Já Mendes (2012) cita uma série de contribuições que a argumentação traz para a educação científica listada por Driver e Newton (2000), são elas:

1. Compreender argumento – ser capaz de distinguir entre observação e teoria; apreciar o significado de implicações, suposições e inferências e esclarecer crenças e opiniões distinguindo-as de evidência.
2. Compreender a base epistemológica do conhecimento científico – apreciar o papel de conceituação; compreender a natureza conjectural da teoria; distinguir entre evidência e teoria, sendo capazes de relacionar as duas e reconhecer a influência da teoria sobre a observação e vice-versa;
3. Ser capaz de encontrar informações científicas relevantes para a questão em discussão – conduzir buscas na literatura; compreensão de leitura; e realizar investigações práticas, quando necessárias.
4. Distinguir entre questões que têm uma base científica e questões que estão relacionadas a outros tipos de conhecimento (por exemplo: questões éticas, econômicas, legais).
5. Reconhecer perspectivas e valores pessoais e sociais que influenciam a tomada de decisão em ciências.
6. Avaliar evidências a partir de diferentes perspectivas, evitando interações de confronto. (DRIVER, 2000, p. 306, *apud* Mendes, 2012, p. 59).

As contribuições acima citadas se alinham aos objetivos da alfabetização científica, principalmente, no que diz respeito à reflexão sobre a natureza da ciência e acerca da tomada de decisão baseada em valores morais e éticos.

Acreditamos que a linha de pesquisa sobre argumentação pode trazer grandes avanços nesses aspectos, sendo de interesse o desenvolvimento das habilidades de investigação, pensamento crítico, avaliação de alternativas, negociação de pontos de vistas para o cidadão que se quer formar, com base nos pilares da alfabetização científica. Nosso posicionamento é que a argumentação no ensino de química pode contribuir para associar à dimensão científica da aprendizagem a compreensão de aspectos sociais que devem influenciar as tomadas de decisões relacionadas aos problemas reais de nossa sociedade.

⁷ DRIVER, R.; NEWTON, P., & OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, v.84, n.3, p. 287–312, 2000.

CAPÍTULO III – O PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA

3.1 Posicionamento teórico-metodológico: a perspectiva crítica da pesquisa

O presente trabalho é classificado como pesquisa de natureza qualitativa, já que o principal objetivo é interpretar e explicar determinados aspectos inerentes às questões de pesquisa. Denzin e Lincoln (2006) definem a pesquisa qualitativa como “uma atividade situada que localiza o observador no mundo. Consiste em um conjunto de práticas materiais e interpretativas que dão visibilidade ao mundo. [...] Tentando entender, ou interpretar, os fenômenos em termos dos significados que as pessoas a eles conferem” (p. 17).

Desse modo, na pesquisa qualitativa há um esforço do pesquisador em interpretar o mundo e explicá-lo através de representações diversas, como as práticas discursivas, entrevistas, análise de textos, fotografias e observação sistemática. Para isso, o mesmo faz uso de métodos e de abordagens que se complementam e enriquecem sua interpretação.

A abordagem qualitativa difere da quantitativa já que entendem o modo de fazer ciência de maneira conflitante e divergente. Sobre isso, Denzin e Lincoln (2006) comentam:

Os pesquisadores qualitativos ressaltam a natureza socialmente construída da realidade, a íntima relação entre o pesquisador e o que é estudado, e as limitações situacionais que influenciam a investigação. Esses pesquisadores enfatizam a natureza repleta de valores da investigação. Buscam soluções para as questões que realçam o modo como a experiência social é criada e adquire significado. Já os estudos quantitativos enfatizam o ato de medir e de analisar as relações causais entre variáveis, e não processos. Aqueles que propõem esses estudos alegam que seu trabalho é feito a partir de um esquema livre de valores (DENZIN, LINCOLN, 2006, p. 23).

O pesquisador quantitativo enfatiza a apreensão da realidade em seus estudos, considerando que existe um mundo exterior a ele a ser objetivamente descrito, afastando-se assim da relação com o objeto de pesquisa, por isso, considera que faz pesquisa livre de valores, nos moldes positivistas da “verdadeira ciência”. Na abordagem qualitativa, no entanto, a relação entre sujeito e o objeto de estudo se confunde, já que o sujeito da pesquisa (pesquisador) interpreta o objeto de acordo com seu conjunto de valores, inclinação teórica e visão de mundo, assim, não existe uma realidade objetiva a ser apreendida, o que há, na verdade, é um esforço de entender e explicar esse objeto a partir dos valores que permeiam essa interpretação (DENZIN, LINCOLN, 2006, p. 23-24).

A pesquisa que desenvolvemos segue a perspectiva da teoria crítica social no sentido de (re)pensar as relações de poder que se estabelecem no contexto da investigação. Segundo Kincheloe e McLaren (2006, p. 283) a pesquisa crítica relaciona-se às questões de poder e justiça, procurando expor os diferentes aspectos que influenciam a sociedade na manutenção do *status quo*: dominação econômica; questões de classe, raça, gênero; ideologia; discurso; dominação cultural, dentre outros. A pesquisa crítica pode se concentrar nos aspectos opressivos do poder – relacionada a tudo o que se opõe aos princípios de justiça social, que provoca desigualdades e reafirma contradições – ou em seus aspectos produtivos.

As nossas reflexões partiram da visão crítica de Freire (1987), onde consideraremos em nossa pesquisa “aspectos produtivos do poder – sua habilidade de capacitar, de estabelecer uma democracia crítica, de engajar pessoas marginalizadas no processo de repensar seu papel sociopolítico” (KINCHELOE, MCLAREN, 2006, p. 285). Desse modo, pautamos a nossa investigação no aspecto humanístico da pesquisa crítica, visando contribuir para a reflexão dos sujeitos participantes a respeito da Ciência, de seu papel social e da responsabilidade a respeito das decisões coletivas vinculadas as questões sociocientíficas.

Em Pedagogia do Oprimido (1987), Freire afirma que a ânsia do opressor pela dominação transforma a própria ciência e a tecnologia em instrumentos de dominação, tanto do ponto de vista material como do ideológico. Desse modo, mantém-se a ideia elitizada de ciência para poucos, utilizando-se das mídias para construir e reafirmar a visão de ciência neutra, da atividade científica como verdade absoluta e infalível, do cientista como isento de valores. Essas fortificações ideológicas devem ser consideradas pelo pesquisador que se alinha com a perspectiva crítica de pedagogia e pesquisa, para que se consiga ter uma visão ampliada da problematização da realidade.

Assim, estamos também alinhados com a orientação da pedagogia crítica humanística e libertária de Freire, que entende a educação como meio de emancipação, para promoção da autonomia dos sujeitos numa sociedade democrática que tem como base princípios de justiça social. Além disso, a educação a partir desse ponto de vista opõe-se a ideia de sujeitos passivos que recebem do mundo uma gama de conteúdos que o instrumentaliza para vida. Desse modo, concordamos com Carnio (2012) ao citar Freire (1987) que “refletindo a sociedade opressora, sendo dimensão da ‘cultura do silêncio’ a ‘educação bancária’ mantém e estimula a contradição” (p. 77).

A interpretação do mundo a partir de uma análise social crítica e seguindo o viés de Paulo Freire é realizada do ponto de vista ontológico e epistemológico relacionando-se, assim, à condição de ser – ou seja, de interpretar o mundo integrando e conhecendo também a integridade de nossa humanidade – e à dimensão de conhecer “as condições de nossa existência e os temas gerativos que a influenciam” (KINCHELOE, MCLAREN, 2006, p. 291).

3.2 Reconhecimento dos participantes

Nesse trabalho optamos por trabalhar com estudantes do curso de graduação em Química, nas habilitações licenciatura e bacharelado, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Essa escolha ofereceu-me uma situação mais confortável, uma vez que fui discente da instituição durante a graduação, assim, o conhecimento adquirido no decorrer dessa fase acadêmica a respeito do espaço físico e dos sujeitos tornou a aproximação com os participantes da pesquisa mais fluente, acessível e fácil, no entanto, ao sabermos que essa era uma “faca de dois gumes”, estabelecemos os critérios éticos necessários para que o conhecimento não interferisse diretamente nos resultados.

Escolhidos os participantes, deveríamos agora determinar de que modo seria desenvolvida a pesquisa. Ficamos com a opção de trabalhar junto a uma disciplina do curso de graduação em Química. Nossa escolha foi a disciplina *Pesquisa Aplicada à Química*, cujo objetivo é “proporcionar o conhecimento das diversas áreas da pesquisa em química, contemplando aspectos históricos, tendências atuais, seus diferentes campos de estudo e perspectivas”. A mesma tem carga horária de 45 horas e como pré-requisito a disciplina de Metodologia Científica. A ementa da disciplina encontra-se no Anexo 1, onde é possível observar que os objetivos da mesma aproximam-se do percurso metodológico dessa pesquisa, o que justifica nossa escolha.

Matricularam-se nessa disciplina 16 alunos no segundo período do ano de 2015. Porém, efetivamente, tivemos a participação de 11 alunos. Desses, 6 eram alunos de licenciatura e 5, de bacharelado. Utilizamos nomes fictícios para identificar os sujeitos da pesquisa. Os nomes a eles atribuídos estão de acordo com o gênero dos mesmos.

3.3 Planejamento e implementação da proposta

Durante a primeira fase da pesquisa fizemos o levantamento bibliográfico a respeito de temas relevantes para o trabalho. Nessa fase, também foi feito o planejamento inicial das atividades a serem aplicadas nos momentos de intervenção em sala de aula, a saber, a produção dos dois casos investigativos (apêndices 1 e 2) e a “Trilha/caminho para solucionar o caso” (apêndice 3), adaptado de Sá (2006). Os casos investigativos produzidos envolvem questões sociocientíficas e seguem a proposta de Herreid (1998) para permitir a elaboração de argumentos e a tomada de decisão pelos alunos. Os casos investigativos produzidos foram *Problema na Abacaxicultura* e *Sangue artificial* (esse capítulo traz mais adiante a descrição detalhada dos mesmos).

A coleta de dados foi realizada entre os meses de fevereiro e março de 2016. Essa fase iniciou-se com a aproximação junto aos participantes da pesquisa. A turma foi observada e os registros dessa observação foram relatados em um “diário de pesquisa” elaborado para nos auxiliar em análises posteriores. As observações foram realizadas durante todo o período letivo, a carga horária total da disciplina era de 45 horas. A proposta foi aplicada em de cinco aulas, o que corresponde a 15 horas da carga horária da disciplina.

No primeiro encontro com os estudantes da disciplina de Pesquisa Aplicada à Química nos apresentamos e fizemos uma explicação inicial das atividades que seriam desenvolvidas. No segundo encontro a proposta didática foi de fato apresentada aos alunos participantes, falamos sobre os casos investigativos e fizemos a divisão dos casos. Os próprios alunos se dividiram em equipes e o caso investigativo de cada grupo foi definido por sorteio.

Tomamos a decisão de fazer um momento de explicação sobre a argumentação e os elementos do argumento. Assim, os alunos receberam instruções explícitas sobre a argumentação. Ainda não há consenso entre os pesquisadores se esse tipo de abordagem ajuda os alunos a elaborarem argumentos melhor fundamentados.

Também nessa aula os participantes foram esclarecidos acerca de seus papéis na pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre, concordando em participar das atividades propostas. Vale ressaltar que essa pesquisa foi submetida à apreciação do Comitê de Ética da UFPB, por se tratar de pesquisa com seres humanos, recebendo parecer favorável à execução do trabalho.

Os casos investigativos foram distribuídos entre os grupos de três ou quatro alunos, de modo que, pelo menos dois grupos ficaram com o mesmo caso para que fosse possível analisar as diferentes conclusões. No entanto, um dos grupos não realizou a apresentação, deixando a atividade sem conclusão. Assim, tivemos nesse trabalho o relato de três grupos: grupo 1, resolvendo o caso *Problema na Abacaxicultura*; grupo 2 e 3 resolvendo o caso *Sangue Artificial*. A tabela 2 demonstra como os participantes ficaram organizados nos pequenos grupos (os nomes que aparecem na tabela são fictícios para que se preserve a identidade dos sujeitos da pesquisa).

Tabela 2 – Distribuição dos participantes em pequenos grupos de trabalho.

Descrição dos grupos	Participantes
Grupo 1 – Problema na Abacaxicultura	Teresa Elba Flávio
Grupo 2 – Sangue Artificial	Ana Luzia Francisco Gilberto
Grupo 3 – Sangue Artificial	Luiz Caetano Jorge Manuel

Os dois encontros seguintes foram dedicados à pesquisa. Em pequenos grupos os alunos discutiram o seu respectivo caso investigativo, procurando soluções para o mesmo. Para isso os alunos seguiram a “Trilha/Caminho para solucionar o caso” (apêndice 3).

Ao final dessa fase, no encontro subsequente, cada grupo expôs à turma a solução para o caso investigativo que considerou mais viável, na forma de apresentação oral, argumentando a favor de sua decisão. O objetivo foi promover um espaço de argumentação, além de levar o aluno à pesquisa sobre o conteúdo científico para resolver o problema proposto.

As apresentações dos alunos foram gravadas em vídeo e posteriormente transcritas integralmente de modo a preservar o máximo do discurso dos estudantes.

Na ocasião da apresentação cada aluno individualmente entregou um texto dissertativo de sua autoria que descrevia todo o processo de resolução de problema e o plano de ação que o grupo decidiu seguir.

3.4 Descrição e construção dos casos investigativos

Os dois casos investigativos utilizados nessa sequência didática foram elaborados de acordo com a orientação de Herreid (1998) presente no artigo *What makes a good case?* (O que faz um bom caso?, tradução nossa). Também serviu-nos como fundamentação o livro de Sá e Queiroz (2010), *Estudo de casos no ensino de Química*, que traz no capítulo 2 algumas considerações a respeito da produção de casos para serem utilizados em estratégias didáticas no ensino de Química.

A escolha dos casos relaciona-se à nossa vivência e se dá pela busca por temáticas que atendessem aos objetivos da pesquisa. A cultura do abacaxi é de grande importância no estado da Paraíba, em especial na cidade de Santa Rita, espaço em que nasceu e cresceu a pesquisadora. Soma-se a isso o fato do tema de agrotóxicos ser de natureza generalizante e fomentador de discussões éticas e ambientais. Já o caso que trata do desenvolvimento e uso de sangue artificial foi escolhido através de pesquisas a respeito de temas científicos ainda em desenvolvimento e de natureza controversa.

Nesse tópico, apresentaremos os dois casos produzidos – a saber, *Sangue Artificial e Problema na Abacaxicultura* – e faremos a análise dos mesmos de acordo com Herreid (1998). Segundo o referido autor um bom caso investigativo deve apresentar algumas características:

1. Narrar uma história: um caso investigativo deve ter uma boa narrativa, apresentar uma história para o leitor, de modo que o mesmo se identifique com o enredo que está sendo contado. Além disso, o caso deve ser adequado ao público ao qual se destina e não deve ter um final definido.
2. Apresentar uma questão central interessante: a narrativa deve ser construída de modo a fazer o leitor acreditar que é real, o caso deve conter drama, suspense e um problema central a ser resolvido.
3. Ser atual: o tema central do caso deve ser real e atual, tornando mais fácil despertar o interesse dos alunos.

4. A personagem principal deve causar empatia no leitor: segundo o autor as características pessoais da personagem principal podem influenciar na decisão e posicionamento do leitor. Assim, é importante explicitar essas características e deixar as personagens falarem por si, na forma de diálogo, o que também contribui para tornar a história verossímil.
5. Ser relevante para o leitor: um bom caso envolve uma questão conhecida ou que se pode resolver, deve se estruturar em torno de um problema que vale a pena ser estudado.
6. Ter utilidade pedagógica: deve ser útil tendo em vista os objetivos pedagógicos do curso. Nesse ponto, pode-se fazer alguns questionamentos: que habilidades podem ser desenvolvidas com esse tipo de atividade? A que objetivos serve? Para que serve?
7. Provocar conflito: deve ser de natureza controversa para estimular as diferentes opiniões.
8. Deve forçar a tomada de decisão: um caso investigativo precisa ser sobre uma questão urgente e grave, exigindo que o leitor se posicione sobre o tema.
9. Deve permitir a generalização: a questão deve ir além de um problema local, sendo mais abrangente permite as generalizações e a reflexão a respeito de situações similares.
10. Ser curto: deve conter os dados básicos para resolução do caso de forma sucinta para prender a atenção e não cansar o leitor.

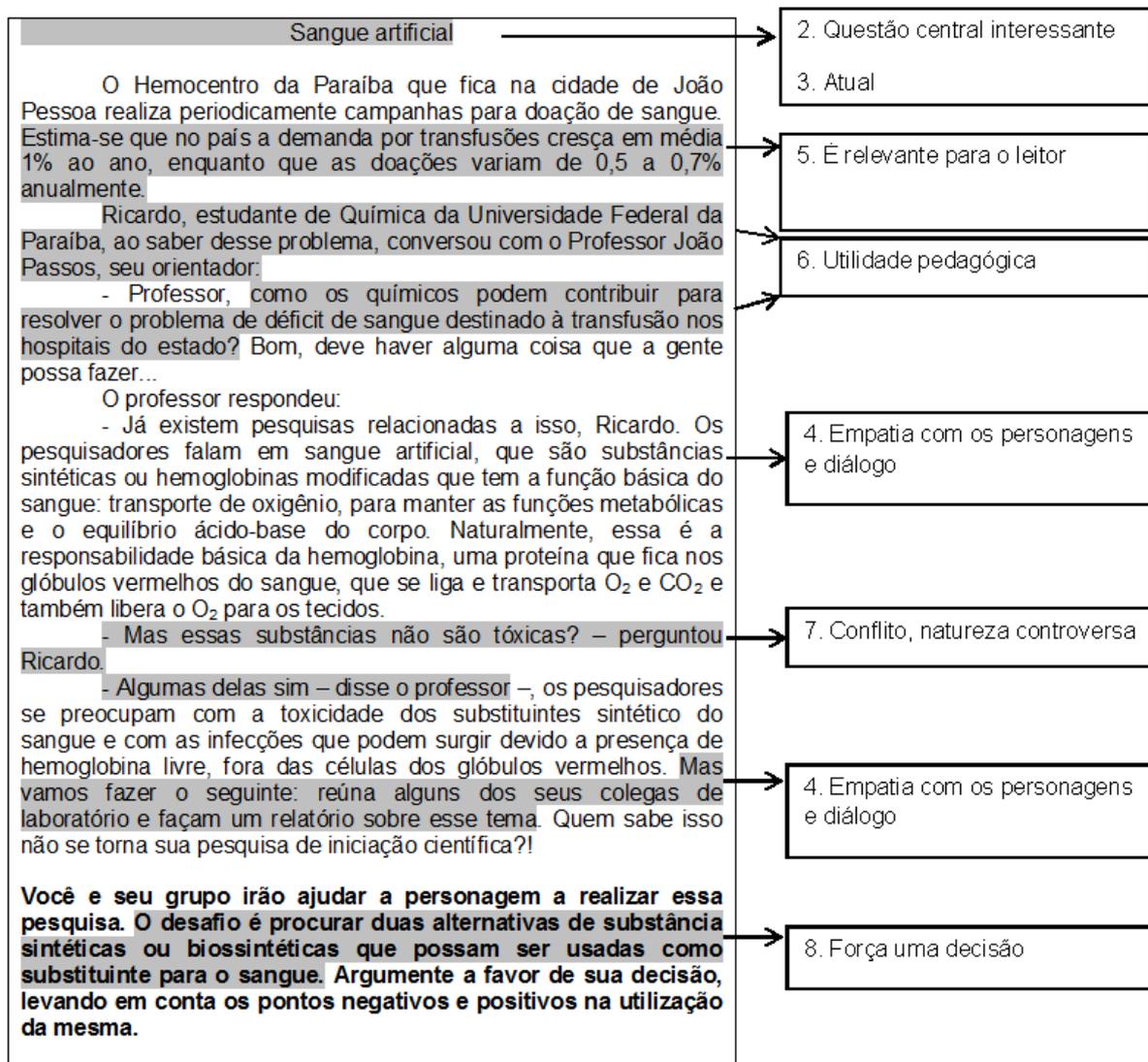
De acordo com Sá e Queiroz (2010, p. 20) o autor de casos pode utilizar de várias fontes de inspiração para construção desses textos, principalmente: artigos de revistas de divulgação científica (destinados ao público em geral, discute descobertas científicas de modo simples, resumido e com linguagem de fácil compreensão), artigos científicos (destinados à comunidade científica e publicados em revistas especializadas) e filmes comerciais.

O primeiro caso investigativo (quadro 1) foi construído com base no artigo *Sangue Artificial: engenharia nas veias* de autoria de Martins (1993) da revista de divulgação científica *Superinteressante*. A narrativa em questão é apresentada na íntegra no quadro 1. O tema despertou o interesse por se tratar de uma pesquisa atual, já que se encontra em fase de estudo, não havendo ainda consenso sobre ele.

Como indicado no quadro 1, o caso *Sangue Artificial* apresenta algumas das características de um bom caso conforme a orientação de Herreid (1998). O enredo fala da

inquietação de Ricardo, estudante de química, a respeito do déficit de sangue no Hemocentro da Paraíba. Ao se deparar com o problema o estudante perguntou ao seu professor da universidade o que poderia ser feito para tentar amenizá-lo. O professor pede que Ricardo e seus colegas de laboratório façam uma pesquisa sobre o tema e pensem em alternativas ao sangue comum.

Quadro 1 – Análise do caso investigativo *Sangue artificial* de acordo com Herreid (1998).

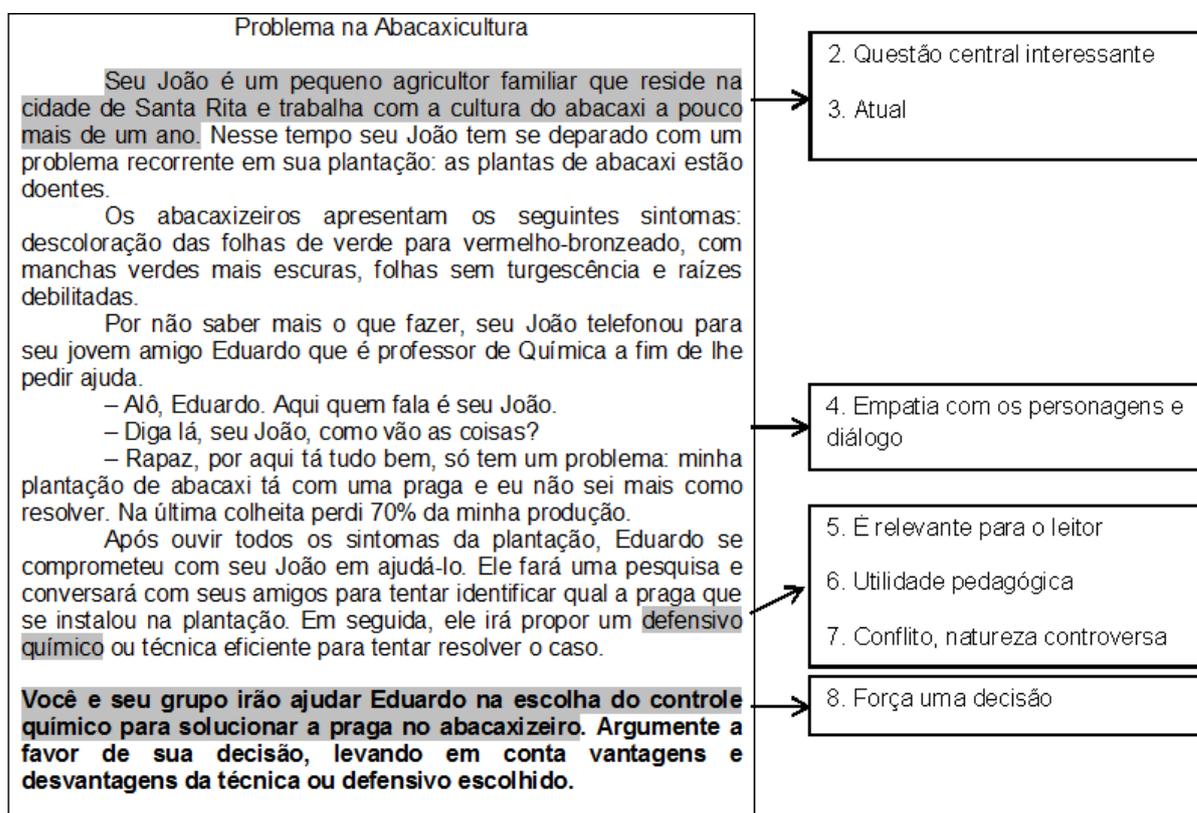


A narrativa descrita aproxima-se do leitor a qual se destina, já que os personagens são professor e aluno do curso de química (1) o que pode contribuir para que o participante identifique-se com a história e sinta empatia pelos personagens (4). Por se tratar de um problema que ainda não é consenso entre os cientistas, ou seja, é uma controversa científica (7), configura-se como uma questão interessante (2) e atual (3). Compostos químicos que podem ser usados como alternativas ao sangue é um assunto relevante para estudantes de

química (5) e possui utilidade pedagógica, por se tratar de um tema químico-social (6). No fim da história, o autor pede ao leitor que tome uma decisão quanto ao uso de sangue artificial e que substância seria a melhor opção como carreador de hemoglobina livre de célula, forçando uma decisão por parte do estudante (8). A resolução do caso exige pesquisa, discussão e posicionamento do participante. Também abre espaço para discussão de questão mais geral (9) de ordem social, ética e de aspectos da natureza da ciência. Por fim, a história é breve (10) o que contribui para manter a atenção do leitor sem levá-lo à fadiga, ainda assim contém os dados básicos para resolução da história.

O segundo caso, *Problema na Abacaxicultura*, por sua vez, nasceu da observação da demanda local, visto que o estado da Paraíba, em especial a cidade de Santa Rita que fica na região metropolitana de João Pessoa (espaço geográfico onde se desenvolve essa pesquisa), tem destaque nacional como produtor de abacaxi. A partir disso, para elaboração do caso, foi feita uma busca por artigos científicos que explorassem o tema de uso de agrotóxicos na cultura do abacaxi (SOUZA, COSTA, 2002), o que resultou no caso presente no quadro 2.

Quadro 2 – Análise do caso investigativo *Problema na Abacaxicultura* de acordo com Herreid (1998).



O *Problema na Abacaxicultura* conta a história de Seu João, pequeno agricultor da cidade de Santa Rita que trabalha com a cultura do abacaxi, mas tem enfrentado uma praga na lavoura. O caso descreve brevemente os sintomas das plantas e apresenta em seguida o segundo personagem: Eduardo, professor de química e amigo de Seu João. Eduardo e um grupo de amigos, do qual o leitor faz parte, ajudarão seu João a identificar a praga que acomete a lavoura e a escolher um defensivo químico ou técnica eficiente para o problema.

Esse caso traz para a discussão a questão central do uso de defensivos químicos para controle de pragas. A história de Seu João é adequada a estudantes de química pelo próprio tema (uso de defensivos químicos) e por se tratar de um agricultor familiar de uma cidade próxima e conhecida da maioria dos estudantes (1), desse modo, podemos dizer que temos uma questão interessante (2) e ainda atual (3), passível de generalização (8), pois permite debates mais amplos que envolvem questões sociais e ambientais. Os personagens Seu João e Eduardo conversam entre si no enredo da história, o que pode gerar empatia no leitor (4), além disso, o caso pede para o que o mesmo coloque-se no lugar dos amigos de Eduardo, trazendo o leitor para atuar no problema de maneira ativa, ajudando na tomada de decisão a respeito da melhor opção para solucionar o caso (8). O problema é relevante para o público (5) e tem utilidade pedagógica (6), já que esse tema é recorrente em cursos de química. O tema central é controverso (7) e dá margem para diversos posicionamentos. A história é curta (10), mas possui os elementos necessários para auxiliar os estudantes na pesquisa para chegar a uma decisão.

Com essa breve análise, procuramos mostrar que os casos investigativos produzidos estão em consonância com a orientação do referido autor, também buscamos descrever o processo que se desenvolveu para sua construção. De acordo com Herreid (1998), a escrita de um bom caso envolve a construção e a reconstrução da história, por meio de várias leituras, até que o autor consiga identificar as deficiências do caso investigativo em questão.

3.5 Instrumentos de coleta de dados

Na busca por responder nossas perguntas de pesquisa lançamos mão de alguns instrumentos para realizar a coleta dos dados. Nossa principal fonte de dados foi a gravação em vídeo da apresentação dos pequenos grupos. Nas gravações os alunos expressam-se na forma de seminário explicando a solução que o grupo julgou mais viável para o caso

investigativo sob sua responsabilidade. Após isso, seguiu-se um momento de debates e perguntas, aberto a todos os presentes na ocasião. Ao todo obtivemos cerca de 1 hora e 15 minutos de gravação. Esse material foi transcrito na íntegra, para que se preservasse ao máximo o discurso dos participantes.

Utilizamos também as produções escritas e expositivas dos participantes elaboradas individual e coletivamente como fonte complementar de dados. Faz parte desse *corpus* de análise o texto escrito dissertativo individual entregue pelos participantes ao final do percurso metodológico, como também o material expositivo na forma de slides produzidos pelos grupos e usado no momento da apresentação oral.

A transcrição da apresentação e o material expositivo produzido pelos grupos foram escolhidos para atender aos objetivos específicos dessa investigação, visto que os argumentos que queremos analisar foram construídos na coletividade, numa abordagem colaborativa. A gravação em vídeo também nos ajudou a identificar o que havia por trás das falas dos participantes, visto que, a comunicação vai além do que as palavras revelam. Já o texto dissertativo foi solicitado aos participantes, para que os mesmos pudessem descrever individualmente o processo de investigação para solucionar o caso, além de expor a decisão do grupo e os argumentos utilizados por ele, desse modo, teríamos clareza a respeito do posicionamento de cada participante e dos grupos de trabalho.

3.6 A análise de conteúdo como caminho metodológico

A análise das produções textuais que fizeram parte do percurso metodológico proposto aos participantes e os textos produzidos coletivamente pelos pequenos grupos que foram expostos no dia da apresentação na forma de slides serão analisados a partir dos princípios da análise de conteúdo (BARDIN, 1977). O objetivo dessas análises é explicitar aspectos subjacentes ao processo de tomada de decisão que estão intimamente atrelados à prática argumentativa.

Segundo Bardin (1977, p. 9) a análise de conteúdo reúne um conjunto de técnicas e métodos que buscam explicitar objetiva e subjetivamente o conteúdo de uma comunicação, seja ela um discurso ou um texto. Para isso, faz uso de meios quantitativos (como a agregação e a enumeração de índices presentes na comunicação) podendo também ser usada em descrições qualitativas quando, por exemplo, o objetivo é descobrir o significado por trás de

um texto, uma frase, um gesto ou uma propaganda comercial. Desse modo, a análise de conteúdo pode ser usada em vários campos e é adaptável aos objetivos do pesquisador.

A análise de conteúdo passa por algumas etapas, a saber: organização da análise, codificação, categorização e inferência. Logo abaixo iremos descrever resumidamente cada uma dessas fases que compõem o trabalho do pesquisador que escolhe esse método de análise de dados. No entanto, nesse trabalho não fazemos uso de todas essas etapas, o que será justificado nos parágrafos que seguem.

O início do trabalho do analista se dá pela fase de **organização da análise**, que por sua vez também é subdividida em etapas. A primeira é a pré-análise (1), fase em que se faz necessário sistematizar as ideias iniciais, procurando estabelecer um plano de análise. A fase da pré-análise subdividi-se em cinco partes, que identificamos aqui com as letras: a, b, c, d, e. Pode-se começar pela *leitura flutuante* ou mais geral (a), que dará as primeiras impressões ao pesquisador sobre o material que se tem em mãos.

A partir disso, portanto, pode-se fazer a *seleção da documentação* (b) que se presta aos objetivos de pesquisa. A escolha dos documentos de análise deve seguir determinadas regras: (i) exaustividade: devem ser selecionados todos os documentos que atendem ao critério de seleção; (ii) representatividade: a amostra selecionada deve ser representativa do universo; (iii) homogeneidade: deve-se obedecer ao mesmo critério de seleção; (iv) pertinência: adequação do documento aos objetivos de pesquisa. Nessa pesquisa, devido ao *corpus* da documentação ser pequeno, não se faz necessário selecionar a documentação, assim, utilizaremos toda a documentação disponível que já foi mencionada no capítulo 2.

Em seguida é recomendado que o pesquisador procure *estabelecer hipóteses* (a leitura flutuante me leva a supor que...) e *objetivos de análise* (c), pensando na finalidade de suas reflexões.

Referenciação dos índices e elaboração de indicadores (d) é a quarta fase da pré-análise. Um índice é um elemento da comunicação que a análise “vai fazer falar” (p.99), portanto, é dotado de significado para o pesquisador. Um determinado tema presente numa mensagem é um exemplo de índice, nesse caso, podemos dizer que a frequência de vezes em que esse tema é citado na mensagem é um indicador de sua importância para a análise, levando em conta os objetivos da pesquisa. No nosso caso, usaremos como índice o tema e não faremos análise quantitativa utilizando regras de contagem. Por isso, faremos uso da

análise temática de natureza qualitativa, buscando esclarecer a ocorrência de determinado tema e seu significado para o participante.

Na última fase da pré-análise, deve-se *preparar o material* (e) por meio de transcrição dos textos ou discurso, recorte de notícias de jornal, anotações, etc.

Concluída a pré-análise passa-se para a exploração do material (2) que é a etapa de análise dos documentos selecionados propriamente dita. É nesse momento que se faz a sistematização das decisões que foram tomadas na fase inicial.

Por fim, faz-se o tratamento dos resultados obtidos e interpretação (3), momento em que os dados brutos tomam significado, com proposta de interpretações e inferências. É comum que se organize as ideias em tabelas, gráficos, diagramas, para facilitar a leitura e dar margem a novas interpretações.

A segunda etapa da análise de conteúdo é a **codificação** que consiste em recortar o texto em unidades de registro – unidades dotadas de significado para o pesquisador, pode ser uma palavra, frase ou tema mencionado na comunicação – que devem vir acompanhadas de unidades de contexto, geralmente maiores que a unidade de registro, e servem para que o leitor tenha maior compreensão sobre o contexto em que se desenvolve a comunicação. Na análise temática o tema é a unidade de registro. A autora define o tema do seguinte modo:

[...] é geralmente utilizado como unidade de registro para estudar motivações de opiniões, de atitudes, de valores, de crenças, de tendências, etc. As respostas a questões abertas, as entrevistas (não directivas ou mais estruturadas) individuais ou de grupo (BARDIN, 1977, p. 106).

Desse modo, o tema é uma unidade do texto (ou de qualquer outro tipo de conteúdo) dotada de significado para o pesquisador, podendo ser uma frase, expressão, afirmação ou apenas a alusão a uma afirmação, ou seja, é um “núcleo de sentido” que é escolhido de acordo com as intenções da pesquisa e que se relaciona à teoria (p. 105).

Após o recorte do texto em unidades de registro e contexto segue a etapa de enumeração, onde se estabelece como essa unidade de registro será contada (presença ou ausência, frequência, intensidade, ordem em que aparece no texto ou no discurso, etc.); e por fim, a agregação desses resultados em categorias. A codificação é mais usada em análises quantitativas e, por isso, foi apenas brevemente comentada aqui.

A **categorização** é a próxima etapa apresentada por Bardin (1977), mesmo não sendo uma etapa obrigatória. Consiste na diferenciação e no agrupamento de unidades de registro semelhantes (no nosso caso, o tema). Desse modo, pode-se separar unidades semelhantes sob o mesmo título. As categorias podem ser dadas pela teoria que se está utilizando (por caixa) ou a partir da exploração do material de análise (por milha). A escolha das categorias também segue alguns critérios, são eles: (i) regra da exclusão mútua: um elemento da comunicação não pode estar ao mesmo tempo em duas categorias; (ii) regra da homogeneidade: a escolha das categorias deve obedecer ao mesmo critério; (iii) regra da pertinência: as categorias devem estar adequadas ao material de análise e à teoria; (iv) objetividade e fidelidade; (v) produtividade: deve produzir resultados férteis.

Na última fase da análise de conteúdo na perspectiva de Bardin (1977) temos a **inferência**. A inferência apresenta os elementos constitutivos da comunicação: o emissor, aquele que fala; o receptor que recebe a mensagem; a mensagem ou conteúdo da comunicação, formada pelo código (a língua, o símbolo, etc) e a significação; o *medium* ou canal pelo qual a mensagem é passada (o texto, o discurso, a televisão, etc.). De acordo com Paulo dos Santos (2013), na fase de inferência o pesquisador deixa claro “sobre o quê, quem (e porquê) se pode centrar a mensagem” (p. 93).

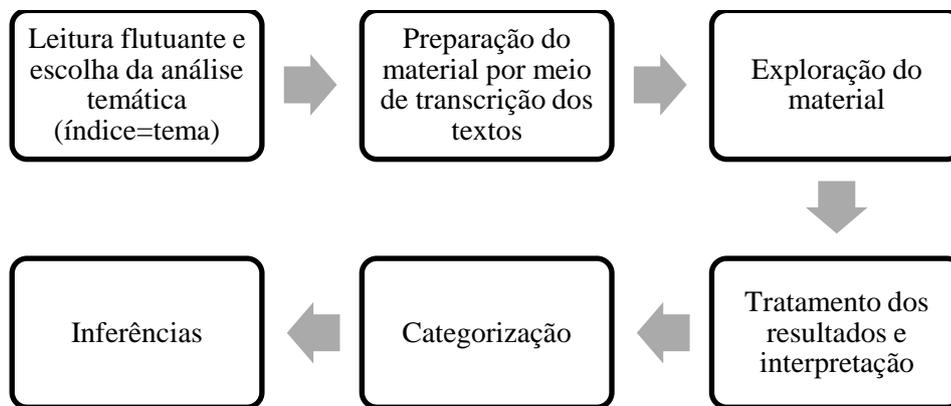
Com o fim de facilitar o entendimento sobre as etapas da análise de conteúdo construímos a tabela 3. Em seguida, apresentamos as etapas que fazem parte das nossas análises no quadro 3.

Tabela 3 – Etapas da Análise de Conteúdo segundo Bardin

ORGANIZAÇÃO DA ANÁLISE	
1. Pré-análise	Leitura flutuante
	Seleção dos documentos
	Formulação de hipóteses e objetivos
	Referenciação de índices e indicadores
	Preparação do material
2. Exploração do material	
3. Tratamento dos resultados e interpretação	
CODIFICAÇÃO	

1. Estabelecer as unidades de registro e de contexto
2. Decidir o modo de contagem
CATEGORIZAÇÃO
1. Inventário (isolar os elementos)
2. Classificação
INFERÊNCIA

Quadro 3 - Etapas da análise do material dessa pesquisa de acordo com a orientação de Bardin (1977)



CAPÍTULO IV – TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

4.1 Análise da produção textual dos estudantes

Nesse tópico apresentaremos a análise dos textos produzidos pelos estudantes. Foram entregues no dia da apresentação da resolução do caso nove textos produzidos individualmente por cada participante do grupo. A quantidade de textos é inferior ao número de participantes porque alguns alunos que participaram ativamente das discussões não entregaram essa atividade solicitada. Assim, devido ao pequeno número de material para análise, decidimos também utilizar em nossas interpretações o material na forma de slides produzido coletivamente por cada um dos três grupos.

Seguindo as orientações de análise de Bardin (1977), começamos a organizar o material a partir da leitura flutuante e optamos pela análise temática, tendo como índice o tema e como indicador a presença/ausência dos temas nos textos. Em seguida e a partir das primeiras leituras, elencamos hipóteses e objetivos de análise que serviram de fundamento para as próximas etapas e estão presentes na tabela 4.

Tabela 4 – Hipóteses e objetivos que orientam essa análise

Hipóteses	Objetivos
A atividade contribui para que se desenvolva uma visão mais real (menos idealizada) da atividade científica.	Entender qual a concepção dos participantes a respeito da natureza da ciência, principalmente no que diz respeito aos aspectos: <ul style="list-style-type: none"> • Visão geral sobre o papel da ciência na sociedade • Normas e métodos da ciência • Empreendimento científico
Levam-se em conta fatores sociais e ambientais na tomada de decisão.	Indicar os fatores determinantes no processo de tomada de decisão.
Os participantes entendem o problema de forma interdisciplinar e não apoiam a sua decisão apenas nos conteúdos de química.	
Percebe-se um cuidado com a confiabilidade da fonte de informações.	Verificar o cuidado com a confiabilidade das informações que fundamentam o argumento dos participantes.

Os textos foram transcritos integralmente para que se mantivessem as informações originais. A partir de então partimos para a definição dos temas e categorias de análise. Essa determinação foi feita no esquema em milhas, ou seja, a partir da exploração do material. Os temas e as categorias estão elencados na tabela 5.

Tabela 5 – Temas e categorias de análise

Temas	Categorias
1. Preocupação ambiental 2. Questões de ética 3. Questão socioeconômica 4. Conhecimento científico	FATORES QUE ORIENTAM A DECISÃO COLETIVA
1. Discurso de autoridade 2. Discurso baseado em evidência pessoal	FONTE DAS INFORMAÇÕES
1. Visão geral sobre a ciência e seu papel social 2. O fazer científico: normas de métodos da ciência 3. Empreendimento científico	NATUREZA DA CIÊNCIA

Logo abaixo traremos a análise das produções textuais individuais e coletivas. Faremos a análise por categoria, considerando a presença ou ausência de cada tema exposto na tabela. Para sistematizar as nossas considerações, decidimos também que as produções de cada grupo serão trazidas à discussão seguindo uma ordem: primeiro analisando a solução do caso *Problema na Abacaxicultura* e, em seguida, trazendo as produções dos grupos 2 e 3, que resolveram o caso *Sangue Artificial*.

4. 1.1 Fatores que orientam a decisão coletiva

Iremos começar a explorar o material produzido pelo grupo responsável pelo caso *Problema na abacaxicultura*. De antemão gostaríamos de ressaltar a dificuldade em analisar as conclusões do grupo, pois apenas a aluna Elba entregou o texto dissertativo que havia sido solicitado. Por conta disso, também utilizaremos o material expositivo feito pelos participantes para a apresentação.

Como já mencionado anteriormente, a temática principal desse caso investigativo era o uso (ou não uso) de defensivos químicos para solucionar uma praga na lavoura de abacaxi de um pequeno agricultor. Queremos deixar claro que esse era um problema aberto, ou seja, os alunos também poderiam optar pelo não uso de agrotóxicos, já que ficou claro que o mesmo seria aplicado em uma pequena propriedade que utilizava o modelo de agricultura familiar. Os alunos, porém, optaram pelo uso de defensivos químicos, como mostra o trecho a seguir:

Elba: Tendo em vista todos os motivos listados, a escolha dos agrotóxicos Evidence e Actara foi feita para indicação a Seu João. Juntamente com esses defensivos agrícolas podem ser usadas técnicas para o controle da cochonilha/vírus em campo deve-se utilizar mudas sadias para os novos plantios, eliminar as plantas infectadas dentro do plantio, assim como as plantas vizinhas. Obter mudas de áreas com ausência ou baixa infestação de cochonilha; destruir os restos do cultivo anterior para evitar novos focos de infestação; no caso de alta infestação das mudas (pelo menos 10%), devem ser tratadas antes do plantio, por imersão em inseticida.

A descrição do caso investigativo deixava claro que outras técnicas poderiam ser usadas para solucionar o problema. Assim, de acordo com nossa interpretação, e assumindo o risco da generalização, podemos dizer que o grupo concorda com o uso de defensivos químicos, visto que as técnicas citadas são expostas como complementares a aplicação dos inseticidas escolhidos.

Ainda sobre o texto de Elba, pode-se perceber que os alunos tomaram a sua decisão considerando principalmente dois aspectos: risco toxicológico e ambiental. A preocupação foi de escolher um defensivo que não oferecesse tanto risco à saúde das pessoas e ao equilíbrio ambiental. A mesma continua:

Elba: Baseando-se nas classes toxicológicas dos agrotóxicos com base na DL₅₀ (Quadro 2), tentamos encontrar agrotóxicos que não estivessem nas classes I e II (extremamente tóxicos e altamente tóxicos respectivamente). Assim foram desconsiderados: Perfekthion, folidol, folisuper, Karate, Ethion 500 e Ethiongel 950. [...] **Dentre os restantes, os escolhidos foram Actara 250 WG e Evidence 700 WG (antigo Confidor), que possuem risco classe III toxicológico e IV ambiental [4], enquanto Actara 10 e Kohinor 200 SC possuem risco ambiental III [4] (grifo nosso).**

Além disso, observamos que o grupo também considerou a questão socioeconômica na tomada de decisão, visto que apresentou um comparativo de preços dos agrotóxicos escolhidos em relação a outro similar, porém de maior risco ambiental, chegando à conclusão de que os dois defensivos escolhidos eram os melhores para um pequeno agricultor, como a personagem principal do caso. Podemos ver essa consideração socioeconômica, quando a mesma diz que:

Elba: Foi visto que além de serem os pesticidas menos tóxicos são também alguns dos mais acessíveis. A título de comparação pesquisamos o preço de agrotóxicos com classificação de risco I, com princípio ativo metil paration (parathion metyl) [...]. Comprova-se a maior acessibilidade dos agrotóxicos escolhidos ao Seu João (pequeno agricultor familiar).

Já com relação ao conhecimento científico para basear a decisão coletiva, parece-nos que esse aspecto ficou em segundo plano, embora o grupo tenha deixado claro o grupo químico ao qual pertence o composto ativo de cada produto e seu modo de atuação nos insetos que transmitem a doença às plantas. Segue a sua explicação:

Elba: Tanto o evidence como o Actara pertencem ao grupo químico neonicotinóide, que interferem na transferência de informações entre células nervosas, [14] fazendo com que os insetos fiquem paralisados. O Evidence tem como composto ativo a imidacloprida com efeito inseticida sistêmico, atua por contato e ingestão. [15] O actara tem como composto ativo o tiametoxam, que é um inseticida sistêmico rapidamente absorvido e transportado a toda a planta [16], impedindo que insetos se alimentem dela.

Como inferimos, embora esses aspectos sejam citados eles não são determinantes, como é a questão ambiental e econômico-social, para a tomada de decisão. Assim, podemos destacar que os temas presentes na decisão do grupo 1, foram: **preocupação ambiental (1) e questão socioeconômica (3).**

Partiremos agora para os textos individuais e coletivos do grupo 2 que solucionou o caso Sangue Artificial. Os dois grupos responsáveis pela resolução desse caso tiveram um desafio a mais do que o grupo anterior, já que esse tema é de fato uma controversa científica e um problema ainda sem solução definida. Além disso, os alunos relataram dificuldades em relação às fontes de informação sobre o tema, pois grande parte dos artigos está escrito em inglês.

Iniciaremos com o debate em relação ao uso ou não uso de sangue artificial. Quanto a isso o grupo 2 elencou uma série de justificativas para defender o uso de sangue artificial em casos de emergência e situações específicas.

Grupo 2: Procura atender a demanda que é menor que o número de doadores. [...] E, ajudar em casos de transfusões de emergência ou em casos de necessidades específicas, que precisem de transfusões constantes. [...] Portadores de anemia falciforme; [...] Talassemia. [...] Nesse caso, leva-se em consideração o gasto na produção – estudo e desenvolvimento – de pouco sangue artificial. [...] Fase longa de testes. [...] Investimento inicial de 12 milhões de libras (R\$ 59 milhões). [...] Por isso, se torna difícil produzir sangue artificial em larga escala. [...] Altíssimo custo ainda em fase de testes...

Os alunos consideram que o sangue artificial pode ser usado pela medicina, porém, em casos específicos de doença ou emergências. Para isso, destacam as questões de fator econômico, visto que as pesquisas e a produção de sangue artificial necessitam de alto investimento financeiro, o que torna a produção em larga escala inviável.

Além disso, também destacam que o uso do sangue artificial é permeado por questões éticas, já que se trata de intervenções diretas em seres humanos. Assim, a questão é colocada como pessoal e individual, mostrando que a decisão quanto ao uso de sangue artificial não deve ser apenas institucionalizada, mas também deve passar pela reflexão da própria pessoa que necessita do procedimento. O grupo 2 deixa claro esse posicionamento na passagem abaixo:

Grupo 2: Pelo fato de se tratar de transfusão de sangues humanos, tem-se o fato de tomar alguém como cobaia por exemplo. [...] Para tal feito é necessário: [...] Autorização da OMS; [...] Autorização da "cobaia" em questão; [...] Identificação correta e detalhadamente medida de todo o processo[...].

O grupo 2 apresenta três opções de substâncias que foram ou podem ser utilizadas para carrear oxigênio e assim substituir o sangue: PVP (polivinilpirrolidona), PFC (perfluorocarbono) e plasma bovino. No entanto, a partir do comportamento bioquímico das opções, baseando-se assim em conhecimento científicos multidisciplinares sobre o tema, escolheram o plasma bovino como substituinte para o sangue.

Ana: O problema do primeiro substituto do sangue (PVP) foi não conseguir transformar O₂, ou seja, ele servia apenas para manter o volume sanguíneo e, também como ainda não sabiam do fator Rh, várias mortes ocorreram após transfusões. Depois, houve o surgimento dos PFCs como substitutos, onde este também possuem problemas sérios para o corpo, pois o sequestro dos PFCs pelo fígado podem causar sérias consequências. [...] A solução mais viável encontrada foi o plasma bovino, mas caso não haja uma compatibilidade com o paciente utiliza-se o PFC [...].

Luzia: O problema é que, os produtos resultantes das pesquisas nessa área, podem causar efeitos colaterais inesperados sendo o principal causar hipertensão. [...] é mais viável o uso do plasma bovino, mas se ele não for compatível será melhor usar o PFC.

Assim, podemos dizer que a decisão desses estudantes quanto ao uso do sangue artificial foi orientada de acordo com os aspectos: **questões de ética (2)** e **questão socioeconômica (3)**. Nesse aspecto, os participantes concordam com a produção do sangue artificial, mas seu uso deve apenas acontecer em situações específicas. Já a decisão a respeito

da substância que servirá como substituinte baseia-se, principalmente, no **conhecimento científico (4)**, sendo escolhido o plasma bovino como substituinte potencial.

O terceiro grupo também solucionou o caso investigativo *Sangue Artificial*. Gostaríamos de pontuar a dificuldade em interpretar as considerações dos participantes desse grupo sobre a questão sociocientífica, visto que os textos individuais entregues pelos integrantes estavam bem reduzidos e com poucas informações a respeito do plano de ação da equipe. Além do mais, a fonte de informação utilizada pelo grupo é a menos confiável já que todo o discurso foi montado baseando-se em informações de revista de divulgação científica e artigos de site da internet.

Embora não tenha ficado tão explícito, nos parece que o grupo também concorda com o uso das substâncias substituintes para o sangue, como demonstra o trecho a seguir:

Grupo 3: [...] O desenvolvimento do sangue artificial está sendo discutido devido a uma escassez de doadores. [...] Há outra potencial vantagem: o sangue criado no laboratório, fora do corpo humano, deve ser livre de doenças, o que elimina o risco de transmissão de vírus como o HIV durante uma transfusão.

Os alunos consideram que o sangue artificial deve ser usado, visto que a quantidade de sangue humano disponível para transfusão nos bancos de sangue é muito pequena. Destacam também o fato do sangue artificial ser livre de doenças e vírus. Portanto, a decisão gira em torno do problema social, já que o sangue artificial evitaria problemas de saúde pública por transmissão de vírus (fator econômico-social).

Em relação à substância que deve substituir o sangue, o grupo identificou o PFC, a proteína bovina, e também citou a proteína extraída da beterraba, porém sem justificativas específicas sobre essa última. Os alunos escolheram o PFC como melhor alternativa ao sangue, usando justificativas baseadas no conhecimento científico sobre a substância, opinando que:

Grupo 3: Um dos mais promissores sistemas de sangue artificial são os baseados em fluorocarbonetos (moléculas de carbono e flúor). [...] Esses compostos atendem a todas as exigências necessárias para um substituto do sangue. [...] Garantem a circulação. [...] Possuem compatibilidade universal e baixo custo. [...] Não são tóxicos nem cancerígenos. [...] Não geram efeitos adversos nas células.

Luís: [...] Os PFCs foram a parte mais interessante pois está sendo usado muito focado para a ajuda humana.

Desse modo, a decisão dos estudantes baseia-se, principalmente, na **questão socioeconômica (3)** a respeito do uso do sangue artificial, e no **conhecimento científico (4)**, no que se refere à escolha da substância mais viável.

4.1.2 Fonte das informações

Nosso objetivo ao tratar especificamente das fontes das informações utilizadas pelos participantes na construção dos argumentos é verificar a confiabilidade dessas informações e também identificar se as informações são de cunho pessoal ou de autoridade.

Kim e Song (2005, p. 526, *apud* Sá, Kasseboehmer, Queiroz, 2013) definem que as evidências pessoais são aquelas informações oriundas de conhecimentos ou experiências vividas pelo próprio estudante, como nos casos em que, para desenvolver um argumento, o aluno realiza experiências em laboratório, por exemplo. Já o discurso de autoridade é utilizado quando o aluno se utiliza do discurso de outrem ou do conhecimento já estabelecido para fortalecer sua justificativa.

Verificamos que, nos argumentos utilizados pelos três grupos participantes os discursos são baseados em fontes de informação de discurso de autoridade, já que os mesmos apoiam suas escolhas com base no conhecimento já estabelecido.

O grupo 1, de Elba, Teresa e Flávio, utiliza como referências artigos de revistas científicas e uma monografia na área de farmacologia que foram por nós verificados para comprovar a confiabilidade dos dados que respaldam os argumentos. O grupo também realizou buscas em sites da Embrapa, da Rotam Brasil (fabricante de produtos agrícolas, o objetivo do grupo, ao que nos parece, era ter acesso a bula de agrotóxico) e da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná no que se refere às informações sobre as características dos agrotóxicos.

Os grupos 2 e 3, que resolveram o caso do Sangue Artificial, tiveram um problema em todo o percurso de resolução dos casos em relação às fontes de informação, já que, segundo eles, havia poucos artigos científicos disponíveis em português. O grupo 2, baseou a sua argumentação em dois artigos: o primeiro publicado em revista científica sobre substâncias carreadoras de oxigênio livre de célula e o segundo presente na revista eletrônica do departamento de química da UFSC. Já o grupo 3 baseou sua apresentação em informações

presentes em sites como BBC Brasil, Mundo Educação e UOL, sem citar artigos científicos. A respeito disso, gostaríamos de evidenciar o nosso cuidado em pesquisar artigos científicos sobre o tema antes mesmo da elaboração dos casos investigativos. A falta de experiência em realizar pesquisas bibliográficas e a dificuldade de comunicação na língua inglesa podem ter atrapalhado os estudantes na fase de busca pelas fontes.

Assim, podemos argumentar que os grupos 1 e 2 apresentaram fontes de informações confiáveis, por se tratarem de artigos de periódicos especializados e instituições fidedignas. O mesmo não podemos afirmar a respeito do último grupo.

4.1.3 Natureza da Ciência

Nesse momento iremos analisar os três temas a respeito da natureza da ciência: (1) visão geral sobre a ciência e seu papel social; (2) o fazer científico: normas e métodos da ciência; (3) empreendimento científico (SANTOS, 2013). Para isso, faremos uma breve descrição de cada um dos temas na tabela 6. Seguiremos a mesma lógica do tópico anterior, analisando as considerações de cada um dos três grupos participantes.

Tabela 6 – Descrição dos temas relacionados à categoria Natureza da Ciência

Tema	Descrição do tema
Visão geral sobre a ciência e seu papel social	<p>Queremos analisar a concepção dos alunos sobre o que é ciência e seu papel na sociedade, para isso consideramos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Visão positiva sobre a ciência que considera todos os resultados científicos como benefícios para a sociedade. 2. Visão neutra, onde o desenvolvimento das pesquisas científicas acontece aquém da demanda social, desse modo, ciência e sociedade não se influenciam mutuamente. 3. Visão crítica sobre a ciência que considera as relações CTS e as limitações da ciência.

O fazer científico: normas e métodos da ciência	<p>É de interesse identificar a ideia dos estudantes a respeito do fazer ciência, em especial, no que se refere aos métodos científicos.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Existência de Método Científico universal, com normas fechadas e infalíveis. 2. Existência de métodos científicos, adequados à situação-problema em questão, com o pensamento criativo orientado por hipóteses baseadas em teorias.
Empreendimento científico	<p>Funcionamento interno:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Trabalho científico autônomo e individualista. 2. Trabalho científico colaborativo, em equipe e institucionalizado. <p>Funcionamento externo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Entendimento sobre financiamento e influência política na ciência.

O primeiro grupo que trabalhou com a temática do uso de agrotóxicos, baseando sua decisão principalmente no que diz respeito à preocupação ambiental, embora tenha se mostrado a favor do uso de agrotóxicos para o referido caso, também apresentou contrapontos em relação ao seu uso. A esse respeito, Elba expõe que:

Elba: quanto ao impacto ambiental, no entanto, embora figurem entre alguns dos mais seguros para o meio ambiente, ainda representam perigo acentuado para certos ecossistemas: o Evidence, classificação de risco ambiental III, é altamente tóxico para aves e abelhas, podendo afetar outros insetos benéficos, sendo recomendado o uso fora da época de maior visitação das abelhas. Seu uso também deve ser feito da forma recomendada para evitar contaminação do solo, da água e ar, assim como flora e fauna. [...] Já o Actara, de risco ambiental também III, apresenta alto potencial de deslocamento no solo, podendo atingir lençóis de água subterrâneos, daí um cuidado especial quando a sua aplicação. Também é altamente tóxico para abelhas e outros insetos benéficos, recomendando-se aplicação fora da estação de maior visitação. [13] Também apresenta toxicidade para organismos aquáticos e que vivem no solo. [16]

Ao explicitar os problemas ambientais gerados pelo uso dos defensivos químicos na lavoura, a aluna demonstra que a ciência é provida de contradições e ambiguidades. A partir

da fala de Elba e de acordo com nossa interpretação podemos dizer que o texto expressa uma **visão crítica da ciência (1)**, opondo-se à ideia do determinismo tecnológico⁸ de que toda inovação é positiva, pois busca resolver problemas que levam ao progresso social (AULER, DELIZOICOV, 2001). Além do mais, parece-nos clara a compreensão da estudante de que a ciência não produz resultados ideais e que isso precisa ser considerado no trabalho dos cientistas. Não encontramos os demais temas nas produções individual e coletiva desse grupo.

Começaremos a tecer comentários sobre as produções textuais do grupo 2 a partir do primeiro tema, procurando evidências que expressem a visão da ciência e a sua relação com aspectos sociais.

Grupo 2: Procura atender a demanda que é menor que o número de doadores. [...] E, ajudar em casos de transfusões de emergência ou em casos de necessidades específicas, que precisem de transfusões constantes.

[...] Novos meios de suprir e controlar a biomedicina dos enfermos que necessitam de sangue. Podendo salvar ou prolongar vidas.

Entendemos que o grupo 2 segue a ideia de que a ciência existe para resolver as demandas sociais. Os alunos deixam em evidência o aspecto positivo da pesquisa científica sobre sangue artificial, pois, para eles, o objetivo maior desses estudos é “salvar ou prolongar vidas”. Mas também, os alunos deixam claro uma série de problemas existentes devido ao uso de sangue artificial, como os graves efeitos colaterais, a possível incompatibilidade do fator Rh quando se usa o plasma bovino, e a necessidade de aumentar a pressão de O₂, no caso do PFC. Consideramos que o grupo, embora ainda expresse uma **visão de ciência (1) positiva**, avança no sentido de compreender as contradições que estão envolvidas no processo.

Também acreditamos que os participantes tenham expressado uma percepção mais real a respeito do **fazer científico (2)**, já que conseguiram identificar o fato de que pesquisas com seres humanos devem seguir um protocolo rígido, fundamentando em princípios éticos que respeitem a vida e a liberdade individual. Tendo como base esse dado, podemos dizer que os alunos entendem que é necessário adotar métodos adequados à situação de pesquisas com seres humanos, refutando a ideia de método universal, mas ainda destacando a necessidade da rigidez para garantir a confiabilidade da pesquisa.

⁸ O determinismo tecnológico, na visão de Auler e Delizoicov (2001) faz parte do modelo linear de progresso na sociedade tecnocrática. Desse modo o desenvolvimento científico leva ao desenvolvimento tecnológico que, por sua vez, leva ao desenvolvimento econômico e, por fim, ao desenvolvimento social. Assim, é o desenvolvimento da tecnologia que promove as mudanças na sociedade, mudanças essas sempre positivas; é um entendimento unilateral, visto que a tecnologia é tida como livre das influências sociais.

Grupo 2: Pelo fato de se tratar de transfusão de sangues humanos, tem-se o fato de tomar alguém como cobaia por exemplo. [...] Para tal feito é necessário: [...] Autorização da OMS; [...] Autorização da "cobaia" em questão; [...] Identificação correta e detalhadamente medida de todo o processo[...].

Por fim, com relação às questões sobre **empreendimento científico (3)** destacamos a importância da compreensão sobre a influência do fator econômico para o desenvolvimento de técnicas e produtos científico-tecnológicos. No que diz respeito ao funcionamento externo do empreendimento científico, consideramos essa colocação dos alunos:

Grupo 2: Nesse caso, leva-se em consideração o gasto na produção – estudo e desenvolvimento – de pouco sangue artificial. [...] Fase longa de testes. [...] Investimento inicial de 12 milhões de libras (R\$ 59 milhões). [...] Por isso, se torna difícil produzir sangue artificial em larga escala. [...] Altíssimo custo ainda em fase de testes...

De acordo com a citação acima, os alunos indicam o fato de que o capital influencia diretamente as pesquisas na área e que esse investimento é significativamente oneroso. Para eles o alto custo de produção pode ser um impasse para a produção do sangue artificial. Esse comentário do grupo reforça a nossa hipótese de que os alunos tem certa compreensão de como o empreendimento científico funciona e de sua relação com o fator econômico.

De modo similar ao grupo anterior, o grupo 3 entende que as pesquisas sobre sangue artificial existem para resolver um problema social que seria a “escassez de doadores” (Grupo 2) , assim, a ciência por natureza seria um caminho para essa demanda da sociedade. Sobre esse aspecto **Luís** afirma que “[...] os PFCs foram a parte mais interessante pois está sendo usado muito focado para a ajuda humana”.

A fala de Luís reforça essa ideia de que a ciência existe para ajudar a humanidade, porém nesse caso, os alunos não identificam as contradições e dificuldades envolvidas nesse tipo de pesquisa, o que nos leva a acreditar que predomina a **visão positiva da ciência (1)**.

Sobre o empreendimento científico em seu funcionamento interno (2) os alunos citam a contribuição de Thomas Chang, um cientista do Canadá, que procura substituintes para o sangue.

Grupo 3: A primeira encapsulação foi feita em 1957 por Thomas Chang que continuou o trabalho utilizando como membrana artificial, proteínas, bicamadas de fosfolípidios complexadas com polímeros e outros. Thomas Chang na Mc Gill University (Canadá) tem produzido nanocápsulas de 150nm de diâmetro a partir de uma membrana polimérica biodegradável.

As informações fornecidas pelos alunos foram retiradas da revista de divulgação científica *Superinteressante*, o que nos leva a questionar a confiabilidade da fonte de informação. No entanto, escolhemos destacar esse trecho do texto para refletir sobre a visão dos alunos a respeito da dinâmica do trabalho científico. Na nossa interpretação os alunos entendem o trabalho científico como realizado de maneira individual. Chang desempenha aqui o papel de herói da ciência que realiza descobertas autonomamente. Essa é uma concepção sobre a pesquisa científica que destoa da maneira como é realizada a pesquisa na contemporaneidade (REIS, 2004; PRAIA, GIL-PÉREZ, VILCHES, 2007; SANTOS, 2013).

Gostaríamos ainda de destacar o seguinte trecho “Thomas Chang na Mc Gill University (Canadá) tem produzido nanocápsulas de 150nm de diâmetro a partir de uma membrana polimérica biodegradável”, onde podemos destacar a presença de um erro conceitual, visto que a medida não corresponde à escala manométrica, o que demonstra o frágil aporte teórico expresso pelo grupo.

A reduzida produção individual e coletiva desse grupo não nos permite avançar nas análises e identificar os demais temas propostos. Desta maneira, passaremos a analisar os argumentos dos estudantes.

4.2 Análise dos argumentos dos estudantes

4.2.1 O layout de argumento de Toulmin

O livro *Os usos do Argumento* (TOULMIN, 2006) de Toulmin⁹ fala sobre o uso comum do argumento na vida prática fora da lógica idealizada pelo filósofo. Ele se utiliza de vários exemplos de argumento de asserções simples e de diferentes campos para demonstrar a diferença existente entre a forma lógica padrão e o argumento não-formal.

A lógica padrão, que segue a ideia de Aristóteles, considera como argumento formalmente válido aquele que apresenta caráter silogístico. Segundo o modelo, um

⁹ Stephen Edelston Toulmin é um filósofo inglês nascido em 1922. Formado em matemática e ciências naturais em 1942 pelo King's College, dedicou-se a estudar filosofia na Universidade de Cambridge. Em 1953 publica o livro *Filosofia da Ciência: uma introdução*. Cinco anos depois publica o livro que se tornaria sua obra principal *Os usos do argumento* (AMAYA, 2007, p. 159).

argumento válido seria composto, portanto, de “premissa menor, premissa maior, portanto, conclusão”. A premissa menor seria uma alegação singular, que se aplica apenas ao caso em questão. A premissa maior é universal e estabelece uma generalização, uma informação que é usada para concluir a alegação e, assim, fechar um argumento. A conclusão, desse modo, deve repetir algo que já foi estabelecido nas premissas (TOULMIN, 2006, p.154-162).

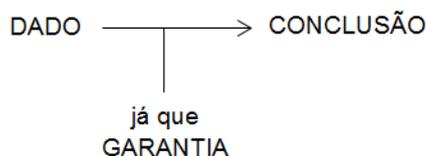
O capítulo 3 do livro de Toulmin (2006) trata do caráter probabilístico das asserções não-formais, defendendo a ideia de que todo argumento é condicional e não deve ser encarado como verdade absoluta.

Opondo-se ao modelo silogístico de validade do argumento, o autor propõe outro tipo de padrão para análise de argumentos. Para ele, o silogismo é ambíguo e não se aplica aos argumentos cotidianos, produzidos em conversas comuns entre indivíduos, assim, distancia-se do modelo silogístico geométrico e se aproxima da argumentação jurisprudencial.

No padrão de Toulmin, o argumento apresenta uma estrutura anatômica, mais robusta, que seria sua base, e uma estrutura fina, chamada por ele de parte fisiológica. A base anatômica, no nosso entendimento, corresponde aos elementos básicos do argumento, sem os quais ele não pode existir, são eles: dado (D), garantia de inferência (W) e conclusão (C).

O dado seria a base de uma alegação, ou as informações iniciais que sustentam toda e qualquer nova afirmativa sobre o fato ou caso em questão. A conclusão é o que se busca estabelecer. Já a garantia de inferência é a ponte entre D e C, é a regra, princípio ou licença que nos permite a partir dos dados estabelecer a conclusão. A figura 1 demonstra a relação existente entre os três elementos básicos do argumento estabelecido por Toulmin (2006).

Figura 1 – Elementos básicos do *layout* do argumento de Toulmin.



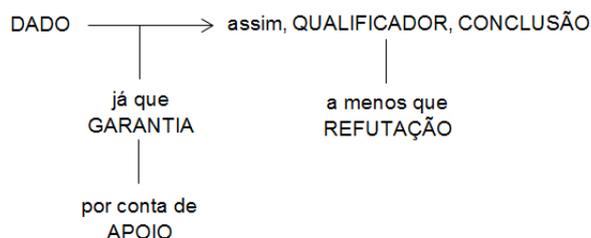
A partir dessa distinção inicial, o autor insere novos elementos que podem ou não estar presentes em um argumento. O primeiro deles é o qualificador modal (Q), cuja função é qualificar a conclusão, expressando a sua força, demonstrando também até que ponto essa alegação é aplicável. Podemos classificar como qualificador modal expressões como

“necessariamente”, “provavelmente”, “talvez”, que se apresentam junto à conclusão. Pode-se ter também a refutação (R) que expressa uma condição de exceção à regra, ou seja, expressa em que situação a garantia não é mais válida.

Por fim, o último elemento do argumento, que nem sempre está explícito na alegação, é o apoio (B). O mesmo tem como função apoiar a garantia, buscando responder a pergunta “por que essa garantia tem que ser aceita?”. Por definição, apoio é uma afirmação categórica, conhecimento ou lei já estabelecida. Assim, o apoio pode ser uma lei científica, os códigos jurisprudenciais de um país, informações taxonômicas, ou seja, o apoio à garantia é campo-dependente, muda de acordo com o tema geral da argumentação.

A figura 2 demonstra o layout completo do padrão do argumento de Toulmin, que nas palavras do autor é um “layout logicamente imparcial dos argumentos” (TOULMIN, 2006, p. 137), podendo ser aplicado para analisar argumentos de qualquer campo. Um bom argumento seria aquele que apresenta esses elementos, se adequando ao padrão (NASCIMENTO, VIEIRA, 2008).

Figura 2 – *Layout* do argumento de Toulmin.



O modelo de Toulmin tem sido usado na sua forma original para avaliar a qualidade estrutural do argumento científico (ou sociocientífico) elaborado por estudantes em aula de ciências. Mas também, tem servido de aporte teórico para construção de outros modelos que melhor se adequam ao contexto de sala de aula.

Vale ainda ressaltar que o modelo não é isento de críticas. A tese de doutorado de Penha (2012), já brevemente discutida na revisão de literatura do capítulo 1, aponta algumas objeções comuns quando se aplica o modelo à análise de argumentos no contexto das ciências naturais. Segundo ele, o padrão: (1) não considera fatores de semiótica nas interpretações, visto que, não faz referência a gestos dos falantes, tom de voz, ou qualquer outro tipo de simbologia (p. 101); (2) é ambíguo, já que é muito difícil para o pesquisador identificar e

diferenciar os elementos do layout, quando numa situação real (p. 101-102); (3) “não faz uma análise valorativa da qualidade desses componentes, sobre o modo como eles se relacionam e nem sobre a confiabilidade que cada um destes elementos traz para o argumento” (p. 104).

4.2.2 Análise do discurso dos estudantes

Nesse tópico faremos a análise do discurso dos estudantes que foi gravado em vídeo e, posteriormente, transcrito integralmente, para que se preservasse ao máximo a fala original de cada participante.

A apresentação oral de cada grupo deu-se em um tempo médio de 15 minutos. Após isso, seguiu-se um momento de discussão geral, onde todos os presentes puderam fazer perguntas ao grupo e conversar abertamente sobre o tema em questão. Participaram dessa etapa do trabalho 15 pessoas, sendo 11 estudantes participantes da pesquisa, o professor da disciplina, a pesquisadora e outros dois alunos que ainda estavam matriculados na disciplina, mas que não participaram efetivamente das etapas da pesquisa, visto que não se envolveram em nenhuma das atividades propostas. No início dos encontros com a turma, propusemos que a apresentação de cada grupo deveria ser feita por apenas um representante que deveria ser escolhido pelos próprios participantes. Porém, ao longo do processo, e por sugestão dos próprios alunos, a apresentação oral foi feita de modo colaborativo por todos ou alguns dos participantes do grupo. Por conta disso, os argumentos aqui analisados são considerados por nós como construídos na coletividade, o que torna a análise desafiadora, no entanto, ainda mais rica.

Consideramos nesse trabalho a definição de turno de fala que acontece quando um participante da discussão toma para si a vez de falar. Ao total registramos nesse trabalho 128 turnos de fala, entre apresentação oral e discussão com o grande grupo.

Inicialmente, iremos realizar a análise estrutural dos argumentos dos estudantes, procurando identificar os seguintes elementos: dados (D); justificativas (J), na forma de garantias de inferência (G) ou de apoio (A); conclusão (C); qualificador modal (Q); e refutação (R).

Para melhor exposição dos dados, construiremos um quadro para cada grupo, onde estará identificado o participante do grupo, o turno de fala e o elemento do argumento que estamos considerando.

Ao final da análise estrutural, procuramos também fazer uma análise geral sobre cada sessão de explanação e debates.

4.2.2.1 Análise estrutural da apresentação oral do grupo 1 sobre o caso Problema na Abacaxicultura

A apresentação oral do grupo 1 foi realizada em cerca de 16 minutos por dois de seus integrantes: Flávio e Elba. Após isso, seguiu-se um momento de discussão no grande grupo com 26 turnos de fala.

No quadro 4 destacamos os argumentos construídos pelos participantes explicitando os seus elementos estruturais de acordo com o padrão de Toulmin (2006).

O primeiro argumento, presente na fala de Flávio (turno 1), é a respeito da identificação da praga na situação-problema, já que o caso Problema na Abacaxicultura não deixava explícito o problema que acometia a lavoura de Seu João, apenas elencava os sintomas apresentados pela planta. Vemos na fala de Flávio a construção de um argumento formalmente válido (TOULMIN, 2006), já que percebemos os três elementos básicos: dado, conclusão e garantia de inferência. A garantia usada para justificar a escolha da praga cochonilha-do-abacaxi tem como apoio o conhecimento científico sobre o tema, o que está implícito na fala do participante. Desse modo, podemos dizer que a garantia apresentada apoia-se no conhecimento básico dos sintomas de cada praga na lavoura do abacaxi.

As próximas considerações são a respeito da fala de Elba (turno 2). Conseguimos identificar a existência de dois argumentos formalmente válidos. O primeiro, com relação à escolha dos agrotóxicos utilizados para solucionar o problema. As duas garantias que justificam a alegação de que *actara* e *evidence* seriam os mais adequados baseiam-se no fator socioeconômico, pois seriam os agrotóxicos mais econômicos para um agricultor familiar, e também no conhecimento científico sobre a questão ambiental envolvendo o uso desses defensivos químicos, já que ambos apresentariam “menos impactos ambientais comparados aos outros”. Assim, destacamos no quadro 4 a presença de mais de uma justificativa à mesma

alegação. A aluna ainda destaca os problemas ambientais associados ao uso desses agrotóxicos, desse modo, consideramos essa informação como um elemento de refutação, já que a aluna deixa claro que embora esses agrotóxicos sejam eficientes e resolvam o problema devem ser usados com cautela e em pequena quantidade, pois do contrário, a garantia de que eles são os melhores para o ambiente e para o homem deixa de existir.

Quadro 4 – Elementos do argumento de Toulmin (2006) presentes na fala dos estudantes do grupo 1

Participante	Turno de fala	Elementos do argumento				
		Dado	Conclusão	Justificativa	Qualificador	Refutação
Flávio	1	<p>A problemática envolve o caso de um senhor que trabalha com a questão da produção de abacaxi, no caso é, conhecido como seu João. A principal fonte de renda dele é a produção e a venda de abacaxi. No entanto, ele vai passar pelo seguinte problema, é... a produção do abacaxi dele vai estar contaminada por uma praga no qual a gente não conhece.</p>	<p>Então, de acordo com os sintomas de cada uma das pragas observamos que a praga mais adequada que descreve o estudo de caso é a cochonilha do abacaxi.</p>	<p>É ... então qual o sintoma da cochonilha: descoloração das folhas. É... as folhas ela tem uma coloração verde, no seu estado normal, no entanto, quando a praga está presente elas passam para a coloração vermelho-bronzeada, depois para a coloração rosa-viva e depois se tornam a cor amarelada. As folhas apresentam aparecimento de manchas, percebe-se também que as folhas perde a sua turgência, ou seja, o volume das folhas, elas se tornam murchas. E o sistema radicular, no caso, as raízes, elas se encontram totalmente debilitadas. Observa-se também um crescimento róseo do fungo sobre as partes afetadas.</p>		

Participante	Turno de fala	Elementos do argumento				
		Dado	Conclusão	Justificativa	Qualificador	Refutação
Elba	2	<p>Uma vez que nós descobrimos qual era a praga nós passamos para tentar descobrir um tratamento adequado. Nós encontramos dois quadros em artigos listando os principais inseticidas que são utilizados na abacaxicultura que são esses aqui (a lousa aponta para a lousa digital para demonstrar os quadros referidos). A gente se baseado nesse é... quadro das classes toxicológicas dos agrotóxicos pra escolher o melhor é... agrotóxico.</p>	<p>Então, sobrou esses dois aqui que foi o agrotóxico que nós escolhemos: o actara 250 e o confidor 700WG. O confidor, ele foi renomeado pra evidence.</p>	<p>Nós escolhemos esse dois porque eles atuam em estágios diferentes do cultivo do abacaxi. [...]Então vê-se que eles não só são os melhores para o meio ambiente e é... para o homem, mas eles também são os mais acessíveis. [...] Por serem é alguns dos menos tóxicos, mais acessíveis e com menos impactos ambientais comparados aos outros.</p>		<p>Ele é... ambos são altamente tóxicos para as abelhas que é um problema, porque as abelhas são é... insetos benéficos que são importantes na polinização das culturas. E o evidence não só é... é... é tóxico para aves, como ele pode contaminar o solo e a água, por isso é... ele precisa ser aplicado com muita cautela. E o actara, ele tem um grande potencial de deslocamento pelo solo, ou seja, se cair uma grande quantidade pelo solo, ele facilmente chega num, é... nos lençóis de água subterrâneos. [...] Ele também é tóxico para as abelhas. Então, esses alguns dos problemas que eles podem causar no meio ambiente.</p>

Participante	Turno de fala	Elementos do argumento			
		Dado	Conclusão	Justificativa	Qualificador
Elba	2	<p>Então, além dessas técnicas químicas existem outras técnicas conjuntas que podem ser feitas que não são químicas, mas que podem auxiliar na eliminação dessas pragas, como por exemplo, utilizar mudas sadias, não utilizar, não plantar mudas que já estejam infectadas; eliminar plantas infectadas que já estiverem dentro da plantação e das vizinhanças, porque é... nas vizinhanças de outras plantações também podem ser arrastadas pra... pra muda de abacaxi, então, comprar mudas que tenham baixa infestação de cochonilha ou já não venham infestadas [...]</p>	<p>Então, é... esses defensivos químicos juntamente com essas técnicas é o que nós (INAUDÍVEL) escolhemos como ideal pra tratar essa praga na abacaxi, abacaxicultura.</p>	<p>[...] Podem ser feitas que não são químicas, mas que podem auxiliar na eliminação dessas pragas.</p>	

O segundo argumento de Elba (turno 2) deixa claro a escolha final do grupo 1 a respeito do caso. Considerando os problemas ambientais que esses agrotóxicos podem causar, o grupo acha por bem integrar uma série de técnicas agrícolas que podem diminuir o uso do defensivo químico. Também identificamos os três elementos básicos do argumento, portanto, podemos dizer que também temos aqui um argumento válido.

Não conseguimos identificar nenhum argumento formalmente válido durante o debate com o grande grupo. Apenas foram feitas perguntas a respeito de aspectos que não ficaram tão claros durante a apresentação do grupo.

4.2.2.2 Análise estrutural da apresentação oral do grupo 2 sobre o caso Sangue Artificial

O grupo 2 apresentou suas considerações sobre o segundo caso – Sangue Artificial – em cerca de 18 minutos e com a participação de seus quatro integrantes: Ana, Luzia, Francisco e Gilberto.

Iniciamos essa análise com o destaque para o dado geral que regia esse problema, presente na fala de Francisco (turno 30). Achamos importante inserir esse dado, pois, embora não seja considerado um argumento válido, pela falta da justificativa e da alegação, ele orienta o leitor sobre o problema em questão e para o entendimento dos demais argumentos elaborados pelo grupo, lembrando que estamos considerando a argumentação colaborativa entre os estudantes. Também é importante destacar o fato da apresentação desse grupo ter tido intensa participação de todos os integrantes, onde um completava as ideias e as justificativas do outro durante o discurso, por isso durante essa apresentação registrou-se um total de 8 turnos de fala, o que prova a participação efetiva dos mesmos (transcrição presente no apêndice 5). Desse modo, principalmente nessa análise os argumentos devem ser pensados como construídos na coletividade.

Quadro 5 – Elementos do argumento de Toulmin (2006) presentes na fala dos estudantes do grupo 2

Participante	Turno de fala	Elementos do argumento				
		Dado	Conclusão	Justificativa	Qualificador	Refutação
Francisco	30	<p>Estima-se que em nosso país, nosso país, no Brasil, a demanda de transfusões cresce em cerca de 1%, enquanto a doação de sangue para essas transfusões é muito mais baixa, é de 0,5 a 0,7 anualmente. E isso é sim um problema porque gera um déficit muito grande de doação destinada a transfusão, por isso nós começamos a investigar o caso de produção do sangue artificial, para suprir esse “défici”, déficit.</p>				
Francisco	34	<p>Algumas vezes pode acontecer de um vírus que está dentro do nosso corpo não ser identificado e quando transferir o sangue para outra pessoa lá causar algum problema.</p>	<p>A produção desse sangue que é algo bom para saúde. Nesse caso, novos meios de controlar a biomedicina dos enfermos que precisam de sangue, podendo salvar ou prolongar vidas.</p>	<p>O sangue artificial não, com o sangue artificial não teria esse risco, porque ao ser criado em laboratório seria com extrema cautela.</p>		

Participante	Turno de fala	Elementos do argumento			
		Dado	Conclusão	Justificativa	Qualificador
Gilberto	37		A gente achou essas duas soluções muito viáveis pra... (INAUDÍVEL) seria o PFC e o plasma bovino.	Por ser fácil acesso, plasma bovino, é só retirar o sangue do boi, não é tão difícil e o PFC é produzido em laboratório e tá em constante teste e como o sangue sintético ele é utilizado pra situações de emergência, então fica fácil de usar os dois porque é... eles são bastante usuais.	
					Refutação Agora vem o problema porque o plasma bovino ele tem que ter a compatibilidade com a pessoa, aí se a pessoa não tem compatibilidade, aí seria utilizado o PFC.

O primeiro argumento em destaque, identificado na fala de Francisco (turno 34), traz uma justificativa importante para o uso do sangue artificial, deixando claro o posicionamento do grupo sobre o uso desse mecanismo. Para ele, uma vantagem do sangue artificial está no fato do mesmo ser livre de doenças, já que é feito com toda a cautela dos protocolos científicos em laboratórios, sendo essa a garantia para a sua alegação. O argumento, embora simples, é formalmente válido, pois apresenta os elementos básicos do layout de Toulmin (2006).

Ainda conseguimos destacar outro argumento, na fala de Gilberto (turno 37), que trata sobre as substâncias escolhidas como substitutas para o sangue. A escolha principal do grupo foi o plasma bovino, e em caso de incompatibilidade de tipo sanguíneo, o PFC. Nessa fala consideramos a presença de um elemento refutador, que nos mostra uma situação de exceção à ideia da garantia (a incompatibilidade entre o tipo de sangue do plasma bovino e o receptor).

Após isso, o ciclo de debates foi intenso, com 41 turnos de fala. Também não foi identificado nenhum argumento válido durante o debate. No entanto, o grande grupo iniciou uma discussão sobre a não aceitação de sangue artificial por alguns grupos religiosos, onde foram expostas algumas opiniões, mas não se chegou a um consenso ao final.

4.2.2.3 Análise estrutural da apresentação oral do grupo 3 sobre o caso Sangue Artificial

O último grupo a se apresentar, ainda sobre o caso do sangue artificial, fez a sua explanação em cerca de 13 minutos e contou com a participação de todos os seus integrantes. Em seguida houve uma discussão geral com 35 turnos de fala.

Os argumentos desse grupo, de acordo com nossa interpretação, iniciam-se com a fala de Caetano (turno 83) que indica a escolha dos participantes a respeito do substituinte para o sangue: o PFC. A justificativa baseia-se no conhecimento sobre a substância química, indicando que seria a melhor alternativa, já que não traz efeitos adversos.

Quadro 6 – Elementos do argumento de Toulmin (2006) presentes na fala dos estudantes do grupo 3

Participante	Turno de fala	Elementos do argumento				
		Dado	Conclusão	Justificativa	Qualificador	Refutação
Caetano	83	Algumas formas de obter o sangue artificial, que no caso seria através do bovino, como foi falado, beterraba e o PFC.	No nosso caso como tese nos escolhemos o PFC pra defender.	O PFC ele traz esses, essas vantagens, no caso, garante a circulação, não são tóxicos, nem cancerígenos, não geram efeitos adversos.		
Luiz	84					O excesso de, o uso excessivo de PFCs pode prejudicar, como Ana falou também, que causam infecção no fígado, porque quando você aumenta muito o PFC e não tem oxigênio suficiente ele não vai poder solubilizar o oxigênio por causa da... não, o oxigênio vai solubilizar menos, isso vai causar infecção ao fígado e vai hidrogenar e tal.

Participante	Turno de fala	Elementos do argumento				
		Dado	Conclusão	Justificativa	Qualificador	
Caetano	91		Assim, mesmo que ele não substitua de fato o sangue humano, o sangue artificial ainda é bastante vantajoso.	O sangue artificial pode ser esterilizado para matar bactérias e vírus [...] eliminando qualquer possibilidade de doenças. [...] Os médicos também podem dar ao paciente independentemente do seu tipo sanguíneo, [...] o sangue artificial aí ele rompe essa barreira de ter necessariamente de ter aquele doador com determinado tipo sanguíneo. [...] Quando o pessoal falou sobre a longa duração, podendo durar, a questão do PFC, de três meses, por exemplo, é... eles estão estudando essa possibilidade de congelado ele poder durar aproximadamente um ano ou mais pra ser utilizado.	Mesmo que ele não substitua de fato o sangue humano.	

Logo em seguida, identificamos na fala de Luiz (turno 84) um elemento de refutação ao argumento de Caetano, já que o mesmo indica que em situação de uso de PFC em excesso uma série de problemas pode acontecer ao receptor do sangue artificial.

Por fim, Caetano defende mais uma vez o uso de PFC, elencando uma lista de vantagens para justificar sua escolha: a inexistência do risco de transmissão de doenças; o fato de não ser necessário que haja compatibilidade sanguínea para transfusão; o tempo de armazenamento do sangue artificial é muito maior se comparado ao sangue natural. Assim, identificamos nesse argumento 3 garantias de inferências para a alegação. Também identificamos um qualificador modal, que se relaciona a força da conclusão, nesse caso, atenuando a precisão da conclusão pela expressão “mesmo que ele não substitua de fato o sangue humano”.

De modo semelhante aos demais, também não identificamos argumentos válidos na discussão geral com o grande grupo. O tema principal da discussão foi gerado pela consideração de uma participante de que o sangue artificial, caso venha a se tornar efetivo, pode trazer uma implicação social importante, já que seria mais uma justificativa para que as pessoas evitassem a doação de sangue natural, contribuindo para que os bancos de sangue se tornassem ainda mais esvaziados.

CAPÍTULO V - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Iniciamos esse trabalho com o objetivo principal de analisar uma abordagem discursiva em sala de aula de química no ensino superior, na disciplina de Pesquisa Aplicada à Química, que estimula a apropriação da natureza da ciência e o desenvolvimento da argumentação por meio da utilização de casos investigativos que exploram questões sociocientíficas (QSC). Os estudos sobre a argumentação e aspectos sociocientíficos estão sendo amplamente discutidos entre os pesquisadores brasileiros (MENDES, SANTOS, 2013; MORTIMER, SCOTT, 2002; SÁ, 2006; SÁ, QUEIROZ, 2010; SÁ, KASSEBOEHMER E QUEIROZ, 2013; SASSERON, CARVALHO, 2011). No nosso estudo procuramos incorporar a essa discussão aspectos da teoria social crítica e humanística de Paulo Freire (1987).

A pesquisa foi realizada a partir de dois casos investigativos que exploravam as QSC do uso do agrotóxico (*Problema na Abacaxicultura*) e das pesquisas que buscam desenvolver substituintes para o sangue (*Sangue Artificial*). Confirmamos em nossas análises que as histórias elaboradas nessa pesquisa são exemplos de bons casos sociocientíficos de acordo com orientação de Herreid (1998).

Apresentamos nessa pesquisa os resultados da resolução dos dois casos por apenas três grupos, pois um dos quatro grupos iniciais não permaneceu na disciplina até o fim do período letivo e não completou as atividades propostas. Por isso, um grupo resolveu o caso Problema na Abacaxicultura, os outros dois grupos ficaram com o caso Sangue Artificial. Devido a isso, não foi possível comparar diferentes decisões para o primeiro caso, apenas para o segundo.

Os sujeitos participantes dessa pesquisa trabalharam na resolução dos casos citados em pequenos grupos. Percebeu-se, a partir de observação direta, que os mesmos tiveram a oportunidade de trabalhar em colaboração, desenvolvendo as habilidades de pesquisa, trabalho em equipe e tomada de decisão. Essa hipótese é confirmada pelo fato dos próprios participantes terem sugerido que a apresentação fosse realizada pela equipe e não apenas por um representante, como inicialmente proposto.

Analisando o conteúdo dos casos percebemos que os grupos responsáveis pela resolução do caso *Sangue Artificial* tiveram mais dificuldades na busca pelas informações. A pouca familiaridade com bancos de dados e com a língua estrangeira são algumas explicações para essa dificuldade. Mesmo assim, um dos grupos apoiou suas considerações a partir de

artigo científico publicado em periódico e revista eletrônica de uma universidade brasileira. O outro grupo utilizou apenas buscas de internet. Já o grupo responsável pelo caso *Problema na Abacaxicultura* teve maior acesso à informação, o que resultou em uma apresentação oral bem fundamentada. Apesar disso, podemos dizer que, com exceção de um grupo, os participantes apresentaram fontes de informações consistentes. Não observamos ocorrência de discurso baseado em evidência pessoal, toda a produção oral e escrita está fundamentada num discurso de autoridade, cujas informações são fornecidas por outrem.

Os participantes tomaram as decisões pertinentes ao caso baseados, principalmente, em aspectos socioeconômicos e ambientais, o que a nosso ver contribui para que entendam as relações CTSA inerentes a QSC. Um dos grupos também considerou questões de ética no caso do *Sangue Artificial*. A natureza dos casos também nos pareceu influenciar os fatores que determinaram a tomada de decisão.

Procuramos também evidenciar a compreensão dos participantes a respeito de aspectos da natureza da ciência. No tocante à visão de mundo sobre a ciência e seu papel social, podemos considerar que os alunos têm avançado no sentido de uma concepção mais crítica de ciência e na compreensão das relações CTSA. Houve poucas referências em relação à concepção de fazer científico e também em relação ao empreendimento científico. Ainda assim, no caso do *Sangue Artificial* percebe-se a compreensão por uma parte dos participantes em relação à influência da economia e da necessidade de financiamento nas pesquisas científicas.

Podemos dizer que os participantes apresentaram argumentos formalmente válidos de acordo com o padrão de Toulmin (2006). Sobre isso, gostaríamos de destacar a dificuldade em identificar e diferenciar os elementos do argumento, principalmente no que diz respeito aos elementos “garantia” e “apoio”, por isso, decidimos trabalhar com a categoria “justificativa”, uma adaptação por nós introduzida para facilitar as análises. Apesar disso conseguimos caracterizar alguns argumentos, a maioria simples, outros apresentando até mesmo o elemento de refutação ou mais de uma justificativa, o que para alguns autores é um sinal de um argumento mais complexo (PENHA, 2012; SÁ, 2010).

Após as apresentações orais seguiu-se um momento de discussão geral, porém, não registramos a ocorrência de nenhum argumento formalmente válido durante o debate com o grande grupo. No entanto, gostaríamos de destacar a intensa participação de todos os sujeitos

dessa pesquisa durante as discussões gerais, o que demonstra o interesse pela atividade didática e pelos temas presentes nos casos investigativos.

Os objetivos da atividade didática realizada aproximam-se dos objetivos da disciplina de Pesquisa Aplicada à Química, principalmente, no que diz respeito ao desenvolvimento da habilidade de pesquisa, conhecimento sobre fontes e sistemas de informação, elaboração e apresentação de seminários, debates sobre questões concernentes à pesquisa em química e dinâmicas de grupo.

Buscamos com esse estudo promover primordialmente a argumentação, mas para além desse foco também foi de interesse incentivar a pesquisa, o trabalho colaborativo, a discussão de aspectos da natureza da ciência, a tomada de decisão e a comunicação a partir de QSC. Essas habilidades estão relacionadas ao desenvolvimento do pensamento crítico a respeito da ciência, do trabalho científico e do empreendimento científico.

Fazemos isso a partir da teoria crítica social seguindo a concepção de Paulo Freire (1987) sobre a pesquisa, a educação e a sociedade. Acreditamos que na contemporaneidade não podemos mais alimentar a visão positiva e neutra da ciência, desvinculando-a de seu papel social, ignorando as contradições envolvidas no processo de construção da ciência, reafirmando a ideia de ciência elitizada. Mas também entendemos que a mudança é processual e que as pesquisas que tem como objetivo promover a alfabetização científica do cidadão dão a sua parcela de contribuição para esse avanço que queremos.

Acreditamos ainda que essas discussões no âmbito de sala de aula, para além do conteúdo científico, porém sem deixá-lo em segundo plano, mas integrando-o a aspectos sociais, ambientais, éticos, econômicos, político, etc., como propõem as orientações sobre as QSC, muito contribuem para a promoção de uma visão mais humanística da ciência e da educação científica, numa perspectiva freireana, para a alfabetização científica do cidadão e para a participação democrática mais crítica e socialmente responsável.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A.; MARTÍN, M.; OLIVA, J. M.; ACEVEDO, P.; PAIXÃO, M. F.; MANASSERO, M. A. Naturaleza de la ciência y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 2, n. 2, p. 121-140, 2005.

AMAYA, J. F. T. Reseña de "Los usos de la argumentación" de STEPHEN TOULMIN. **Praxis Filosófica**, n. 25, p. 159-168, 2007.

ASEM, É. C. de A. D. **Argumentos, conhecimentos e valores em respostas a questões sociocientíficas – um caso no ensino fundamental**. 2010. 140 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências – Ensino de Biologia) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

AULER, D; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica pra quê? **Ensaio – Pesquisa em educação em ciências**, v. 3, n. 1, p. 1-13, 2001.

BAPTISTA, M. G. A.; PALHANO, T. R. **Pragmatismo e marxismo: o trabalho como princípio educativo**. João Pessoa: Editora da Universidade Federal da Paraíba, 2013.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BOGDAN, R; BIKLEN, S. Qualitative research for education. Boston: Allyn & Bacon, 1992. In: REIS, P.; COUTO, C. Os professores de ciências naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. **Revista Electrónica de Enseñanza de la Ciencias**, v. 7, n. 3, p. 746-772, 2008.

BOULTER, C. J.; GILBERT, J. K. Argument and science education. In: Costello, P.J.M. e Mitchell, S. (eds). *Competing and Consensual voices: the theory and practice of argument*. Multilingual Matters LTD, p. 84-98, 1995. In: MENDES, M. R. M. **A argumentação em discussões sociocientíficas: o contexto e o discurso / Mirian Rejane Magalhães Mendes**. 2012. 209 p. Tese (Doutorado em Educação – Educação em Ciências e Matemática) – Universidade de Brasília. Brasília, 2012.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química**. Parecer CNE/CES nº 1.303, de 6 de novembro de 2001.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada**. Resolução CNE/CP nº 2, de 1º de julho de 2015.

BRYCE, T. G. K.; DAY, S. P. Scepticism and doubt in science and science education: The complexity of global warming as a socio-scientific issues. *Cultural Studies of Science Education*, 2013. In: SANTOS, W. L. P. Debate on global warming as a socio-scientific issue: science teaching towards political literacy. **Cultural Studies of Science Education**, n. 9, p. 663–674, 2014.

CARMO, B. C. R. do; TRIVELATO, S. L. F. Padrões morais e valores empregados por alunos de ensino fundamental em discussões sociocientíficas. In: **Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias**, p. 1427-1431, Barcelona, 2009.

CARMO, B. C. R. do. **Padrões morais, valores e conceitos empregados por alunos de ensino fundamental em discussões sociocientíficas**. 2010. 190 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências – Ensino de Biologia) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

CARNIO, M. P. **O significado atribuído por licenciandos ao currículo de biologia numa perspectiva CTSA**. 2012. 198 p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência – Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciência, Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2012.

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

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 4º ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2006.

CHIARO, S. de; LEITÃO, S. O papel do professor na construção discursiva da argumentação em sala de aula. *Psicologia: reflexão e crítica*, v. 18, n. 3, p. 350-357, 2005. In: MENDES, M. R. M. **A argumentação em discussões sociocientíficas: o contexto e o discurso / Mirian Rejane Magalhães Mendes**. 2012. 209 p. Tese (Doutorado em Educação – Educação em Ciências e Matemática) – Universidade de Brasília. Brasília, 2012.

DENZIN, N.; LINCOLN, Y. Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: DENZIN, N.; LINCOLN, Y. (Org). **O Planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. 2.ed. Tradução Sandra Regina Netz. Porto Alegre: ARTMED, 2006.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17º Edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª Edição. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL-PÉREZ, D. G.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GUIMARÃES, M. A.; CARVALHO, W. L. P.; OLIVEIRA, M. S. Raciocínio moral na tomada de decisões em relação a questões sociocientíficas: o exemplo do melhoramento genético humano. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 2, p. 465-477, 2010.

GUIMARÃES, M. A. **Raciocínio informal e a discussão de questões sociocientíficas: o exemplo das células-tronco humanas**. 2011. 220 p. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência – Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciência, Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2011.

HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p. 163-165, 1998.

HURD, P. D. Scientific Literacy: its meaning for American schools. **Educational Leadership**, v. 16, p. 13-16, 1958.

KIM, H., SONG, J., The features of peer argumentation in middle school students' scientific inquiry. *Research in Science Education*, v. 36, n. 3, p. 211-233, 2005. In: SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C.; QUEIROZ, S.L. Casos investigativos de caráter sociocientífico: aplicação no ensino superior de Química. **Ciência, Tecnologia e Sociedade**, n. 24, p. 522-528, 2013.

KINCHELOE, J. L.; MCLAREN, P. Repensando a teoria crítica e a pesquisa qualitativa. In: DENZIN, N.; LINCOLN, Y. (Org). **O Planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. 2.ed. Tradução Sandra Regina Netz. Porto Alegre: ARTMED, 2006.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino de ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

KOLSTO, S. D. Patterns in Students' Argumentation Confronted with a Risk-focused Socioscientific Issue. *International Journal of Science Education*, v. 28, n. 14, p. 1689-1716, 2006. In: CARMO, B.; TRIVELATO, S. Padrões morais e valores empregados por alunos de ensino fundamental em discussões sociocientíficas. In: **Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias**, p. 1427-1431, Barcelona, 2009.

LAUGKSCH, R. C. Scientific Literacy: a conceptual overview. **Science Education**, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.

LOPES, N. C. **Aspectos formativos da experiência com questões sociocientíficas no ensino de ciências sob uma perspectiva crítica**. 2010. 230 p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência – Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciência, Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2010.

MARTÍNEZ PÉREZ, L. F. **A Abordagem de questões sociocientíficas na formação continuada de professores de Ciências: contribuições e dificuldades**. 2010. 351 p. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência – Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciência, Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2010.

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

MARTÍNEZ PÉREZ, L. F. Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos. **Rev. Fac. Cienc. Tecnol.**, n.36, p.77-94, 2014.

MARTINS, I. Sangue artificial: engenharia nas veias. **Superinteressante**, ed. 65, 1993.

MATARREDONA, J. S.; TORRES MERCHÁN, N. Y. ¿Cuáles son las concepciones de los docentes de ciencias en formación y en ejercicio sobre el pensamiento crítico?. **Rev. Fac. Cienc. Tecnol**, n.33, p.61-85, 2013.

MENDES, M. R. M. **A argumentação em discussões sociocientíficas: o contexto e o discurso / Mirian Rejane Magalhães Mendes**. 2012. 209 p. Tese (Doutorado em Educação – Educação em Ciências e Matemática) – Universidade de Brasília. Brasília, 2012.

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

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em ensino de ciências**, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

NACIONAL COMMISSION ON EXCELLENCE IN EDUCATION. A nation in risk, 1984. In: LAUGKSCH, R. C. Scientific Literacy: a conceptual overview. **Science Education**, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.

NASCIMENTO, S. S. do; VIEIRA, R. D. Contribuições e limites do padrão de argumento de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação**, v. 8, n. 2, p. 1-20, 2008.

PENHA, S. P. da. **Atividade sociocientífica em sala de aula de física: as argumentações dos estudantes**. 2012. 485 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências – Ensino de Física) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

PLANTIN, C. A argumentação: história, teorias, perspectivas. São Paulo: Parábola Editorial, 2008. In: MENDES, M. R. M. **A argumentação em discussões sociocientíficas: o contexto e o discurso / Mirian Rejane Magalhães Mendes**. 2012. 209 p. Tese (Doutorado em Educação – Educação em Ciências e Matemática) – Universidade de Brasília. Brasília, 2012.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência e Educação**, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

REIS, P. G. R. dos. **Controvérsias sócio-científicas: discutir ou não discutir? Percursos de aprendizagem na disciplina de ciências da terra e da vida**. 2004. 448 p. Tese (Doutorado em Educação – Didática das Ciências) – Universidade de Lisboa. Lisboa, 2004.

REIS, P. G. R. dos; COUTO, C. G. Os professores de ciências naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. **Revista Electrónica de Enseñanza de la Ciencias**, v. 7, n. 3, p. 746-772, 2008.

SÁ, L. P. **A argumentação no ensino superior de química: investigando uma atividade fundamentada em estudos de casos**. 2006. 165 p. Dissertação (Mestrado em Ciências – Química Analítica) – Instituto de Química de São Carlos. São Carlos, 2006.

SÁ, L. P. **Estudo de casos na promoção da argumentação sobre questões sócio-científicas no ensino superior de química**. 2010. 278 p. Tese (Doutorado em Ciências – Química) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2010.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de química**. Campinas: Editora Átomo, 2010.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. Argumentação no ensino de ciências: contexto brasileiro. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 2, p. 13-30, 2011.

SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C.; QUEIROZ, S.L. Casos investigativos de caráter sociocientífico: aplicação no ensino superior de Química. **Ciência, Tecnologia e Sociedade**, n. 24, p. 522-528, 2013.

SADLER, T. D.; ZEIDLER, D. L. The Morality of Socioscientific Issues. Construal and Resolution of Genetic Engineering Dilemmas. *Science Education*, n. 88, p. 4-27, 2004. In: CARMO, B. C. R. do; TRIVELATO, S. L. F. Padrões morais e valores empregados por alunos de ensino fundamental em discussões sociocientíficas. In: **Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias**, p. 1427-1431, Barcelona, 2009.

SANTOS, P. G. F. dos. **O tratamento de questões sociocientíficas em um grupo de professores e a natureza do processo formativo fundamentado em uma perspectiva crítica**. 2013. 209 p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência – Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciência, Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2013.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P. **Aspectos sócio-científicos em aulas de química**. 2002. 338 p. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2002.

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

SANTOS, W. L. P. SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 4ª edição. Editora Unijuí: Ijuí, 2010.

SANTOS, W. L. P. Debate on global warming as a socio-scientific issue: science teaching towards political literacy. **Cultural Studies of Science Education**, n. 9, p. 663–674, 2014.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência e Educação**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.

SOUZA, S. M. C. de; COSTA, L. V. Duplo dano ao abacaxi. **Revista Cultivar Hortalças e Frutas**, n. 15, 2002.

TEIXEIRA, C. H. S. **Enfoque CTSA no ensino de astronomia: uma investigação de possibilidades por meio da astronáutica**. 2013. 203 p. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência – Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciência, Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2013a.

TEIXEIRA, F. M. Alfabetização científica: questões para reflexão. **Ciência e Educação**, v. 19, n. 4, p. 795-809, 2013b.

TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento**. Tradução Reinaldo Guarany. 2ª Edição. São Paulo: Martins fontes, 2006.

VIEIRA, R. D.; NASCIMENTO, S. S. do. Uma proposta de critérios marcadores para identificação de situações argumentativas em salas de aula de ciências. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 26, n. 1: p. 81-102, 2009.

ZANON, D. A. V.; OLIVEIRA, J. R. S. de; QUEIROZ, S. L. O “saber” e o “saber fazer” necessários à atividade docente no ensino superior: visões de alunos de pós-graduação em química. **Ensaio – Pesquisa em educação em ciências**, v. 11, n. 1, p. 140-159, 2009.

APÊNDICE 1

PRIMEIRO CASO INVESTIGATIVO

Sangue artificial



O Hemocentro da Paraíba que fica na cidade de João Pessoa realiza periodicamente campanhas para doação de sangue. Estima-se que no país a demanda por transfusões cresça em média 1% ao ano, enquanto que as doações variam de 0,5 a 0,7% anualmente.

Ricardo, estudante de Química da Universidade Federal da Paraíba, ao saber desse problema, conversou com o Professor João Passos, seu orientador:

- Professor, como os químicos podem contribuir para resolver o problema de déficit de sangue destinado à transfusão nos hospitais do estado? Bom, deve haver alguma coisa que a gente possa fazer...

O professor respondeu:

- Já existem pesquisas relacionadas a isso, Ricardo. Os pesquisadores falam em sangue artificial, que são substâncias sintéticas ou hemoglobinas modificadas que tem a função básica do sangue: transporte de oxigênio, para manter as funções metabólicas e o equilíbrio ácido-base do corpo. Naturalmente, essa é a responsabilidade básica da hemoglobina, uma proteína que fica nos glóbulos vermelhos do sangue, que se liga e transporta O_2 e CO_2 e também libera o O_2 para os tecidos.

- Mas essas substâncias não são tóxicas? – perguntou Ricardo.

- Algumas delas sim – disse o professor –, os pesquisadores se preocupam com a toxicidade dos substituintes sintético do sangue e com as infecções que podem surgir devido a presença de hemoglobina livre, fora das células dos glóbulo vermelho. Mas vamos fazer o seguinte: reúna alguns do seus colegas de laboratório e façam um relatório sobre esse tema. Quem sabe isso não se torna sua pesquisa de iniciação científica?!

Você e seu grupo irão ajudar a personagem a realizar essa pesquisa. O desafio é procurar duas alternativas de substância sintéticas ou biossintéticas que possam ser usadas como substituinte para o sangue. Argumente a favor de sua decisão, levando em conta os pontos negativos e positivos na utilização da mesma.

APÊNDICE 2

SEGUNDO CASO INVESTIGATIVO

Problema na abacaxicultura



Seu João é um pequeno agricultor familiar que reside na cidade de Santa Rita e trabalha com a cultura do abacaxi a pouco mais de um ano. Nesse tempo seu João tem se deparado com um problema recorrente em sua plantação: as plantas de abacaxi estão doentes.

Os abacaxizeiros apresentam os seguintes sintomas: descoloração das folhas de verde para vermelho-bronzeado, com manchas verdes mais escuras, folhas sem turgescência e raízes debilitadas.

Por não saber mais o que fazer, seu João telefonou para seu jovem amigo Eduardo que é professor de Química a fim de lhe pedir ajuda.

– Alô, Eduardo. Aqui quem fala é seu João.

– Diga lá, seu João, como vão as coisas?

– Rapaz, por aqui tá tudo bem, só tem um problema: minha plantação de abacaxi tá com uma praga e eu não sei mais como resolver. Na última colheita perdi 70% da minha produção.

Após ouvir todos os sintomas da plantação, Eduardo se comprometeu com seu João em ajudá-lo. Ele fará uma pesquisa e conversará com seus amigos para tentar identificar qual a praga que se instalou na plantação. Em seguida, ele irá propor um defensivo químico ou técnica eficiente para tentar resolver o caso.

Você e seu grupo irão ajudar Eduardo na escolha do controle químico para solucionar a praga no abacaxizeiro. Argumente a favor de sua decisão, levando em conta vantagens e desvantagens da técnica ou defensivo escolhido.

APÊNDICE 3

TRILHA/CAMINHO PARA SOLUCIONAR O CASO INVESTIGATIVO

1. Levantamento do Problema

- Identificação do problema - faça uma leitura profunda do caso investigativo e destaque frases e termos importantes para compreendê-lo.
- Conexão de ideias - junto com seu grupo pense e discuta o caso.
Escreva o seu tema geral. Há questões subjacentes que merecem atenção?
Qual a relevância/gravidade do problema em questão?
O problema tem implicações: sociais, econômicas, ambientais, éticas, de saúde?
- Levantamento de questões específicas - responda as duas questões:

O que sabemos agora sobre o caso?

O que precisamos pesquisar?

2. Resolvendo o problema

- Busque as fontes/referências: use sua criatividade, você e seu grupo podem recorrer a revistas e artigos científicos, periódicos de divulgação científica, entrevistas com especialistas, banco de dados, etc. Mas sempre se preocupe com a fidedignidade da fonte.
- Condução da investigação: junto com seu grupo partilhe pontos de vistas e informações. Cheque o que foi feito até o momento e reflita sobre os novos encaminhamentos. É necessário procurar novas fontes? Novos métodos de pesquisa? Elabore um plano de ação para resolver o problema.

3. Argumentação em grupo e exposição dos resultados

- Desenvolvimento da análise científica - junto com seu grupo defina a conclusão mais viável para o caso investigativo. Produza uma apresentação em slides usando o Power Point para ser exibida à turma em 15 minutos. Prepare os argumentos para defender o seu ponto de vista. É importante destacar as informações e referências que levaram você a optar por essa solução.
- Produção de material complementar que demonstra a compreensão da conclusão - cada estudante deve entregar individualmente um texto discursivo que relate a experiência vivida e o plano de ação usado para solucionar o caso investigativo.

APÊNDICE 4**CRITÉRIOS PARA ANÁLISE DE PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS****1. IDENTIFICAÇÃO DA OBRA**

TIPO	
ANO	
TÍTULO	
AUTOR	

2. OBJETIVOS

--

3. DADOS ETNOGRÁFICOS

PAÍS	
DISCIPLINA FOCO	
FAIXA ETÁRIA OU NÍVEL DE ENSINO DOS PARTICIPANTES	
PERÍODO DE COLETA DOS DADOS	

4. NATUREZA DA PESQUISA

QUANTITATIVA

QUALITATIVA

MISTA

ORIENTAÇÃO TEÓRICA METODOLÓGICA: _____

5. QSC

CONTEXTUALIZAÇÃO DA TEMÁTICA	
ASPECTOS TEÓRICOS	

6. ANÁLISE E COLETA DOS DADOS

INSTRUMENTOS DE COLETA DOS DADOS	
MÉTODO DE ANÁLISE DOS DADOS	

7. CONTRIBUIÇÕES DO ESTUDO

--

APÊNDICE 5

TRANSCRIÇÃO DA DEFESA DE CADA GRUPO

GRUPO 1 – PRAGA NA ABACAXICULTURA

1. Flávio: O caso investigativo da praga na abacaxicultura. É... A problemática envolve o caso de um senhor que trabalha com a questão da produção de abacaxi, no caso é, conhecido como seu João. A principal fonte de renda dele é a produção e a venda de abacaxi. No entanto, ele vai passar pelo seguinte problema, é... a produção do abacaxi dele vai estar contaminada por uma praga no qual a gente não conhece. No entanto, é... durante o estudo de caso, é... vai ser apresentado alguns sintomas dessa praga, através desses sintomas a gente vai poder é... “esco”, optar por qual seria a praga mais adequada. Então, o objetivo do trabalho é investigar a praga, é ... através dessa investigação a gente vai buscar ver as possibilidades para eliminar é... essa praga através do controle químico além de buscar métodos alternativos, por exemplo, o uso de... pesticidas, algumas técnicas em, relação as mudas pra que possibilitem a solução do problema de uma forma que não venha prejudicar o meio ambiente e nem colocar em risco a saúde das pessoas. Então é... durante o estudo nós escolhemos duas possíveis pragas que poderiam estar afetando a plantação, que é o caso da cochonilha do abacaxi e a fusariose. É ... então existem várias pragas que podem prejudicar é... o cultivo do abacaxi, no entanto, nós optamos por essas duas. É em relação é ... aos sintomas que estavam descritos no problema. É ... então qual o sintoma da cochonilha: descoloração das folhas. É... as folhas ela tem uma coloração verde, no seu estado normal, no entanto, quando a praga está presente elas passam para a coloração vermelho-bronzeada, depois para a coloração rosa-viva e depois se tornam a cor amarelada. As folhas apresentam aparecimento de manchas, percebe-se também que as folhas perde a sua turgência, ou seja, o volume das folhas, elas se tornam murchas. E o sistema radicular, no caso, as raízes, elas se encontram totalmente debilitadas. E a próxima ... a outra praga foi a fusariose. Ela afeta, pode afetar, qualquer órgão da plantação, da planta, no caso o abacaxi, a raiz, o caule, as folhas, o fruto. No entanto, é no fruto que a doença torna-se mais característica, pela presença de exsudação gomosa através das cavidades florais, ou seja, o fruto começa a expelir uma goma. Observa-se também um crescimento róseo do fungo sobre as partes afetadas. Então, de acordo com os sintomas de cada, de cada uma das pragas observamos que a praga mais adequada que descreve o estudo de caso é a cochonilha do abacaxi. Aqui tá é... uma imagem que ilustra essa praga (aponta para a figura), observa-se que também é conhecida como piolho-branco, no qual é um inseto o principal, o transmissor dessa praga, é conhecido como *desmicosopos brevipis*, é...então essa praga é uma das principais que afetam a “proibição” de abacaxi. Então, conhecendo um pouco sobre essa praga... como é que ela ocorre? O que que essa praga causa? O principal, a principal consequência e o enfraquecimento da plantação através da danificação do sistema radicular, é... impede que as raízes, elas continuem a crescer, afetando principalmente as raízes antigas, as mais velhas. É... como é que ocorre essa praga? Ela ocorre através da transmissão, porque a praga do abacaxi, na abacaxicultura, ela pode ser de duas formas: através de insetos é ... e também em relação a

fungos. No caso da “cochinilha do abacaxi” é... através de insetos, então ela ocorre através da transmissão é... de inseto que foi descrito no slide anterior. Então esse inseto, ele vai se proliferar sobre a “prantação” no qual a presença de formigas facilita, tem uma relação de simbiose, com o inseto, o que possibilita uma, o que facilita com que a praga se espalhe com maior facilidade. E os principais prejuízos? É... como foi descrito no problema 70% da plantação foi prejudicada, ou seja, é uma praga que ela tem um grau de proliferação alto e pode colocar a perder, basicamente, toda a safra. Existem casos registrados, observa-se é... de acordo com os artigos que tanto no estado de São Paulo, como em Minas Gerais foi relatado casos desse problema, com essa praga. Quais são as condições para propagação da praga? Observa-se que a questão da temperatura, então é... temperaturas muito quentes ou muito úmidas, facilitam com que a praga é... é... com o surgimento da praga, no caso né?! É um ambiente mais favorável. Ambientes muito quentes ou muito úmidos. E como foi mencionado a questão da presença de formigas. A presença de formigas é um dos fatores também que possibilita uma proliferação maior da praga. Então, através é... dos sintomas que foi apresentado no estudo de caso optamos pela “cochinilha” do abacaxi e observamos que, buscamos através desses sintomas o tratamento mais adequado no qual Elba vai falar, através de uso de inseticidas que vão desde, que vão desde inseticidas que tem um grau de poluição ambiental e risco para a saúde humana elevado pra um de baixo potencial, um que não prejudique tanto. Então, o nosso trabalho vai pautar em cima disso, na busca de uma solução que não prejudique o meio ambiente e também que não prejudique a saúde humana e também que seja de um preço acessível pra as condições do trabalhador, seu José. Elba vai dar continuidade.

2. Elba: Bom, então, uma vez que nós descobrimos qual era a praga nós passamos para tentar descobrir um tratamento adequado. Nós encontramos dois quadros em artigos listando os principais inseticidas que são utilizados na abacaxicultura que são esses aqui (a aluna aponta para a lousa digital para demonstrar os quadros referidos). A gente se baseou nesse é... quadro das classes toxicológicas dos agrotóxicos pra escolher o melhor é... agrotóxico. “Seno” que a classe 1 é o mais tóxico e a classe “quato” é o menos tóxico para o ser humano. Então, a gente se baseou nessa, nesse quadro pra escolher os agrotóxicos. Então, baseado nesse quadro a gente eliminou esses quatro primeiros agrotóxicos porque eles são de classe toxicológica 1 e 2 e... eliminamos mais esses dois que também são de classe 1 e 2, é o perfekthion, folidol, folisuper, karate, ethion e ethiongel. Todos eles foram eliminados porque eles são ou extremamente tóxicos ou altamente tóxicos para o meio ambiente, para o homem. Dos que restaram nós eliminamos o derosal e o benlate por serem fungicidas e a nossa praga é causada por um inseto, então eles não iam atuar na praga em questão. E o decis que foi o que sobrou, ele também não foi escolhido porque ele não ataca a praga em questão que é a cochonilha, ele ataca outros... outras pragas de insetos no abacaxi e ele tem o risco ambiental 1, ele tem o risco toxicológico pro homem 3, mas o risco ambiental dele é 1, ou seja, ele é altamente tóxico pra peixes pra organismos do solo, organismos aquáticos e principalmente as abelhas que são é... os insetos benéficos. Então, ele também não foi escolhido. Dos que restaram nós não “escolhe”, nós removemos o actara, da IGR, e o kohinor porque eles tinham

o risco 3 e havia um com o risco menor, que era o risco 4. Então nós eliminamos ele. E o warrant nós eliminamos porque ele foi descontinuado, a fabricação dele, ele foi cancelado, o registro dele no ministério da agricultura e ele não está mais sendo produzido. Então, sobrou esses dois aqui que foi o agrotóxico que nós escolhemos: o actara 250 e o confidor 700WG. O confidor, ele foi renomeado pra evidence. Nós escolhemos esse dois porque eles atuam em estágios diferentes do cultivo do abacaxi. Então, apenas pra fazer uma comparação de preço nós pegamos os agrotóxicos que nós escolhemos e escolhemos um agrotóxico de nível de toxicidade 1 é... que é o metion, metil paration que é... como componente ativo. Pode-se ver que os que nós escolhemos a média de preço é de 130 reais por quilo, enquanto um de classe 1 é 360 reais por 100 mg. Então vê-se que eles não só são os melhores para o meio ambiente e é... para o homem, mas eles também são os mais acessíveis. Falando um pouco das características químicas desses é... agrotóxicos tanto é... ambos são do grupo químico neonicotinóide, ou seja, eles atuam nos receptores nicotínicos, por isso eles é... eles cancelam a transferência de informações entre as células nervosas do inseto que ficam paralisados. É dessa forma que ele age. O evidence, o composto ativo dele é a emidacoprida. E o actara é o tiamexotam. Ambos tem efeito sistêmico no inseto e o evidence, ele atua por contato e ingestão no inseto. E o tiamexotam, ele é absorvido pela, pela planta e ele impede é... o ataque porque quando o inseto vai se alimentar da planta ele não consegue, aí impede que ele se alimente da seiva da planta. Com relação ao impacto ambiental, tanto o evidence como o actara, eles tem classificação de risco ambiental 3. O evidence ele tem risco de toxicológico 4, mas o ambiental é 3. Ele é... ambos são altamente tóxicos para as abelhas que é um problema, porque as abelhas são é... insetos benéficos que são importantes na polinização das culturas. E o evidence não só é... é... é tóxico para aves, como ele pode contaminar o solo e a água, por isso é... ele precisa ser aplicado com muita cautela. E o actara, ele tem um grande potencial de deslocamento pelo solo, ou seja, se cair uma grande quantidade pelo solo, ele facilmente chega num, é... nos lençóis de água subterrâneos. Por isso, ele tem que se aplicado muito diluído e apenas nas bases das plantas. Ele também é tóxico para as abelhas. Então, esses alguns dos problemas que eles podem causar no meio ambiente. Então... a forma de aplicação, o evidence ele só é utilizado quando as mudas já estão no solo. Então, você aplica 30 dias após as mudas terem sido colocadas no solo, junto de um, de um composto que ajuda o evidence a se ligar a planta pra melhor atuação e recomenda-se é... que se aplique no início da época chuvosa, porque a, os “ani”, os insetos eles não resitem a água puxando, aí facilita. Ele... ele pode ser aplicado apenas uma vez no ano, disse que é suficiente para o controle da praga, mas se necessário você pode esperar o intervalo de 75 dias pra aplicar denovo. Já o actara ele tem, ele é utilizado pra quando as mudas ainda não foram colocadas no solo, quando você tem as mudas e elas não foram colocadas no solo. Então ele deve ser feito antes do transplante para o solo. Em pouca quantidade ele tem o efeito bioativador, ou seja, ela até favorece no desenvolvimento da planta. Você... pra... é... a utilização dele é feita em imersão por três minutos na cauda do produto e depois de 45 a 60 dias você faz um esguicho no solo ao redor da base, da base da planta. Sendo que o actara ele tem que ser é... aplicado muito diluído por causa do, da, de seu deslocamento pelo solo que é fácil, pra ele não contaminar a água. Então, além dessas técnicas químicas existem outras técnicas conjuntas que podem ser feitas que não são químicas, mas que podem auxiliar na eliminação dessas pragas, como por exemplo, utilizar mudas saudáveis, não utilizar, não plantar mudas que já estejam infectadas;

eliminar plantas infectadas que já estiverem dentro da plantação e das vizinhanças, porque é... nas vizinhanças de outras plantações também podem ser arrastadas pra... pra muda de abacaxi, então, comprar mudas que tenham baixa infestação de cochonilha ou já não venham infestadas; destruir restos de cultivos inferiores, anteriores para evitar novos focos e no caso de alta infestação das mudas tratar antes mesmo de plantar; e no caso é... fazer um bom preparo do solo pra destruir o ninho das formigas que auxiliam as cochonilhas a “cherem” levadas de uma planta pra outra. Então, é... esses defensivos químicos juntamente com essas técnicas é o que nós (INAUDÍVEL) escolhemos como ideal pra tratar essa praga na abacaxi, abacaxicultura por serem é alguns dos menos tóxicos, mais acessíveis e com menos impactos ambientais comparados aos outros. E aqui estão as referências. E é isso.

3. Professora: Alguém quer perguntar alguma coisa, gente? Alguém tem alguma dúvida?

4. Manuel: Eu, eu tenho uma pergunta. Será é... será que não existe algum pesticidas, ou herbicida ou fungicida que possa servir de tratamento pra essa praga? Pra eliminar essa praga?

5. Elba: Então, a gente acabou de dizer dois, ambos eliminam a praga. Eles matam o inseto, esses dois.

6. Manuel: Qual foi mesmo?

7. Elba: O evidence e o actara.

8. Manuel: Mas isso é o que? É um tipo de herbicida, fungicida?

9. Elba: É o nome fantasia do agrotóxico, é o evidence e o actara.

10. Professora: Eles são inseticidas. É essa a sua dúvida, A3?

11. Manuel: É.

12. Professora: Aí você perguntou: pesticidas e herbicidas. Qual que é a dif... sabe a diferença entre um e outro?

Manuel faz sinal de positivo.

13. Professora: É... Achei que você tivesse perguntado por conta disso. Mais alguém?

14. Caetano: Eu achei interessante, é... o FLÁVIO falou que...sobre as pragas e... tem um insetos que são benéficos, no caso da, da abelha e outros insetos que esse evidence e actara fica... no caso, matam esses insetos, né!

15. Elba: É. São altamente tóxicos pra esses insetos, por isso se recomenda que eles sejam aplicados quando, na época que as abelhas vêm menos que é pra não matar, porque eles são insetos importantes pra cultura.

16. Professora: Mais alguém?

17. Pesquisador convidado: Eu tenho. Não ficou muito claro pra mim: é um vírus, é uma bactéria, o que que tem no inseto que leva a...

18. Elba: Não, porque assim, o inseto em si, ele se alimenta da seiva, quando ele se alimenta da seiva ele injeta toxinas na planta e, além dele injetar toxinas ele transmite um vírus pra planta, aí tudo isso acaba “prejudicando”, é... acaba fazendo com que aconteça todos os sintomas listados. É o inseto junto com o vírus que causa isso.

19. Pesquisador convidado: Tu sabe dizer por que aquele que tu falou o “arrá” foi descontinuado?

20. Elba: Eu tentei achar porque que ele foi descontinuado, mas eu não encontrei. Eu só sei que ele foi, o registro foi cancelado a pedido da Bayer, a pedido da fabricante. Aí, mas eu não encontrei porque que ele foi descontinuado.

21. Professora: Mais alguém? Bom, eu quero perguntar uma coisa também. A... a... essa escolha de vocês pra mim pareceu muito baseada nos impactos ambientais e ao ser humano, né?! Mas e com relação a eficácia desses ... desses inseticidas, será que eles são realmente bons? Por que quando a gente toma um remédio, por exemplo, né, as vezes o remédio que é melhor, que cura a doença mais rápido, é aquele que tem mais efeitos colaterais, que dá mais problema né. Então no caso de vocês, você selecionaram muito pelos efeitos ambientais né, mas não pela eficácia. E será que esses dois aí são realmente os mais eficazes? Será que seu José não ia gastar menos dinheiro comprando menos quantidade de um inseticida mais é... que seja mais agressivo a natureza?

22. Elba: Bom, pela nossa pesquisa, assim, é... todos aqueles inseticidas eram listados como sendo utilizados pra abacaxicultura, tipo todos eles foram listados como sendo eficazes para, pra tratar essa... eles a... é... eles... eles não tratam a mesma coisa, alguns deles tratam é... outros tipos de insetos e tal, esses que a gente escolheu é porque eles tratam especificamente esse inseto que alguns dos outros não tratavam e eles não causam tantos... é...

23. Professora: Tantos danos...

24. Elba: Tantos impactos. Mas todos ... todos os que tavam ali...

25. Professora: Os dois que vocês escolheram, seguramente, atuam contra esse inseto especificamente. É isso?

26. Elba: É. A gente certificou que todos dois atuam especificamente contra esse inseto.

27. Professora: Tá ótimo!

GRUPO 2 – SANGUE ARTIFICIAL

28. Francisco: O nosso caso investigativo foi sobre o sangue artificial e o nosso grupo é composto por mim, Francisco, Ana, Luzia, Gilberto e... é isso. Bem, primeiramente nós começamos o nosso, a nossa investigação e conforme nós fomos abrindo os caminhos, nós detectamos algumas coisas, por exemplo, achamos que essa investigação era algo muito recente, que tinha sido feita há uns dez anos atrás, mas nós descobrimos algo muito interessante: os estudos acerca do sangue artificial vêm desde antes das grandes guerras, ela vem desde o século XVII e... é uma busca incessante para... remediar as perdas de sangue a partir de traumas, partos, hemorragias e vários etc. E, por exemplo, mesmo durante as grandes guerras existiram pesquisas pra encontrar químicos que possam, que poderiam substituir o sangue de forma eficaz pra... controlar, por exemplo, a quantidade de mortos, de soldados mortos, por exemplo, por hemorragia, o sangue... o sangue artificial poderia ajudar nessa questão de... sobrevivência. É... e... por exemplo, aqui (aponta para a lousa digital) antes da identificação dos anticorpos isoaglutinantes que era, que é o fato Rh, que determina se o sangue é positivo ou negativo, essas coisas assim, as transfusões elas provocavam muitas irradiações, a própria transfusão sanguínea fazia com que houvesse hemorragia, então, depois da descoberta do fator Rh também essa parte de transfusão foi melhorada e... o estudo se intensificou ainda mais. Mas antes de falar do sangue artificial em si, por que, o quê que o sangue é? O quê que ele faz? Então nós pegamos primeiro pra falar agora sobre o sangue em si, o verdadeiro, o que corre em nossas veias. Bem... não riam, por favor, quais são as funções do sangue? O sangue tem três funções principais: nutrição, regulação e proteção do nosso organismo, por exemplo, o nosso sangue é composto pelo plasma e derivados (o aluno aponta para a lousa digital), os derivados são três células específicas que são as hemácias, conhecidas como glóbulos vermelhos, as “plaque”, os leucócitos são (INAUDÍVEL) os glóbulos brancos e as plaquetas. As hemácias, dentro delas existem uma... uma molécula conhecida como hemoglobina e ela que é responsável pela nutrição do nosso organismo pelo transporte de gases como O_2 e CO_2 , por exemplo. As plaquetas ela são conhecidas como os “soldados do nosso corpo” (o aluno faz um sinal que imita aspas com as mãos), elas são aquelas que defendem de vírus, de bactérias...

29. Caetano: É leucócitos! Os anticorpos são os leucócitos.

30. Francisco: Ah é! Desculpa gente, me confundi. É o contrário. E as plaquetas que é... regula... o nosso organismo... o sangue... no nosso organismo. E o plasma, ele é constituído por 93% de água e 7% de outros químicos, como glicose, hormônios, sais “naturais”, vitaminas, entre outros. Agora focando na molécula da hemoglobina. A hemoglobina é um tetramero protéico, ela... é um “tetramero”... eita, tetramero protéico. Ela tem uma alta capacidade de carrear oxigênio, de transportar oxigênio do pulmão até todos os outros órgãos do nosso organismo, porém ela tem um pequenininho: ao sair da hemácia, de dentro da hemácia, que ela pega o O_2 e vai transportá-lo, ela tem a duração de apenas 120 horas, a “par”, depois dessas 120 horas ela acaba se dissociando e virando um dímero, a exemplo de um dímero temos o quê? O Hg_2^{2+} que é... são duas moléculas, dois átomos de mercúrio juntos,

que eles não se separam e a hemoglobina, ela forma também esse dímero, um dímero assim (faz a demonstração da estrutura com gestos), são tipo duas moléculas iguais que não podem se separar e isso acaba... sendo ruim para nosso organismo, porque a alta concentração dessa, de dímeros da hemoglobina ataca os rins, cria um complexo renal muito alto. Aí por isso que o nosso organismo precisa dissolver, por exemplo, hemoglobina e... ajudar na circulação, enfim, todos os aspectos do nosso corpo. O... É... Bem, aí o que o sangue artificial faria? Primeiro, a hemoglobina, ela é muito importante para o nosso organismo porque sem o transporte de oxigênio e de CO₂ nós estaríamos... desoxigenados, isso faria o nosso corpo perecer mais rápido. Então, a “transfu”, o transporte de... oxigênio é bastante importante. Chegamos ao nosso problema: sangue. Estima-se que em nosso país, nosso país, no Brasil, a demanda de transfusões cresce em cerca de 1%, enquanto a doação de sangue para essas transfusões é muito mais baixa, é de 0,5 a 0,7 anualmente. E isso é sim um problema porque gera um déficit muito grande de doação destinada a transfusão, por isso nós começamos a investigar o caso de produção do sangue artificial, para suprir esse “défici”, déficit. Porém, nós temos que levar em consideração dois principais pontos: a toxicidade dos substituintes sintéticos e/ou biossintéticos que nós podemos procurar e as infecções devido à presença da hemoglobina livre que seriam os dímeros que “morrem” (o aluno faz um sinal que imita aspas com as mãos) artificialmente.

31. Luzia: As implicações sociais que nos encontramos foram: a procura de atender a demanda que é menor que o número de doadores; e a ajuda em caso de transfusões de emergência ou em casos de necessidades específicas que precisam de transfusões constantes, como portadores de anemia falciforme e a talicemia.

32. Gilberto: É... implicação econômica desse problema em si é porque, na verdade, é muito complicado ver uma implicação econômica porque como é uma necessidade e as nossas soluções eram bem simples, mas a gente não achou em si é... um preço equivalente, não dava pra comparar dois compostos de sangue porque não tinha preços. Mas a gente achou investimentos da... de Londres, eu acho, é, da agência britânica pra aumentar o número dessa produção em 12 milhões de libras, que eles tão investindo nesse, nesse projeto de criação do sangue artificial.

33. Ana: As implicações éticas é, no caso, é... pelo fato de se tratar de uma transfusão de sangue em humanos a gente vê que, tipo, eles colocam o sangue, eles tornam as pessoas cobaias e, tipo, pra poder... que... A implicação ética se trata de a gente já utilizar o sangue artificial em humanos, que a gente já tá utilizando eles como cobaias e para isso, para isso a gente precisa da autorização da OMS e autorização também da cobaia em questão, se ela quer realmente isso. Mas eu acho que, no caso, quando uma pessoa tá em caso de vida ou morte, tá precisando da doação de sangue, eu acho que ela não vai questionar muito quando se trata de receber ou não o sangue artificial. Então, eu acho que eles, eu acho que quando as pessoas vêm testar o sangue artificial em alguém, numa cobaia e, tipo, ela tá morrendo, tá precisando muito, eu acho que assim, que a pessoa vai aceitar logo, porque não quer morrer né.

34. Francisco: A última de nossas implicações, é a implicação na área da saúde. Bem, na saúde temos implicações tanto positivas quanto negativas. Bem, o sangue livre de doenças,

criado em laboratório, fora do sistema humano, ele seria totalmente voltado a “produz”, a produção de sangue artificial seria totalmente voltada à produção de sangue artificial benéfico, porém (INAUDÍVEL), benéfico é... por quê? Porque eliminaria o risco de... vírus, até mesmo não identificado no... quando a gente vai fazer exame de sangue, aí vai lá e tem a lista se pode ou não do que tem o ... geralmente, geralmente não, algumas vezes pode acontecer de um vírus que está dentro do nosso corpo não ser identificado e quando transferir o sangue para outra pessoa lá causar algum problema, o sangue artificial não, com o sangue artificial não teria esse risco, porque ao ser criado em laboratório seria com extrema cautela a produção desse sangue que é algo bom para saúde. Nesse caso, novos meios de (INAUDÍVEL), controlar a biomedicina dos enfermos que precisam de sangue, podendo salvar ou prolongar vidas, a mesma questão que eu falei anteriormente na questão dos soldados, por exemplo, que quanto mais sangue artificial tiver melhor seria por quê? Porque num, na banca lá de sangue pode faltar sangue, e agora? A pessoa precisa de sangue em, no “max”, no mínimo 2 horas se não ela morre, por exemplo. O sangue artificial facilitaria isso porque ao ser implantado nela, por mais que durasse pouco seria o tempo necessário para encher, preencher novamente a banca pra poder passar pra ela e ela, prolongar a vida dela, assim dizendo. O aspecto ruim na saúde é justamente o que eu havia falado, a quebra da hemoglobina, os dímeros.

35. Ana: Então, o sangue biossintético, como Francisco falou anteriormente o PVP, ele foi é... durante as guerras e... pra suprir as necessidades de sangue que as pessoas precisavam, por causa das cirurgias, de traumas e os partos, principalmente na guerra. A primeira, o primeiro sangue sintético que eles produziram foi o PVP que é o polivinilporrolidona e esse PVP ele não, ele não transportava oxigênio, então ele servia só pra causar um volume sanguíneo, ele não, ele não... ele só dava volume, ele não conseguia transportar oxigênio, então não servia muito e também como ele falou do fator Rh, as pessoas não sabiam no tempo, fator Rh, não sabiam muito sobre ele. Então, causava muitas mortes por causa que eles colocavam muito sangue e não era o tipo sanguíneo da pessoa e as pessoas morriam por causa disso. Então, é... foram produzidos umas soluções aquosas de hemoglobina ou derivado, elas são mais eficazes que o PVP, só que elas possuem ainda efeitos colaterais que incluíam complicações renais e depois na, em 1950, Clarke ele apresentou o PFC, perfluorocarbonos, eles são hidrofóbicos, são muito solúveis em oxigênio, só que, cerca de 500 vezes mais que a água, só que eles são “hidro”, é... como eles são hidrofóbicos, eles... teve que criar uma coisa que deixasse ele mais, que é... deixasse ele solúvel, então por isso que foi criado o sistema emulsificante, que usava os sulfaquitanes para poder solubilizar o PFC. E qual o problema do PFC? O PFC, ele ataca o nosso fígado por causa do... apesar deles serem biologicamente inertes eles causam complicações no nosso fígado e também eles diminuem a quantidade de plaquetas com a solvatação, solvatando elas, e a solubilidade de oxigênio depende da pressão parcial dele, como assim? Pra gente poder ser, a gente tem que ser compatível pra receber o PFC, pra gente ser compatível pra quando a gente receber PFC, a gente tem que aumentar a pressão de oxigênio em nosso corpo, a gente tem que colocar alguma coisa pra, porque o ar atmosférico, o oxigênio do ar atmosférico não é o suficiente, a gente precisa de uma coisa mais “conce”, concentrada. E esse perfluram ele é um dos que tá em fase de teste, um medicamento que é

justamente um PFC, um perfluorocarboneto, que é para... é um... sangue sintético praticamente, tá em análise.

36. Luzia: O sangue biossintético. O soluto mais usado pra... regular o volemia é o soluto de Binge, ele possui cálcio, potássio, sódio, entre outros elementos. Essa solução é chamada de solução cristalóide, o plasma sanguíneo é melhor que esse soluto de Binge porque ele “man”, ele “possu”, ele faz a manutenção tecidual devido a pressão osmótica causada pela albumina, dessa forma a gente podia usar o plasma bovino porque ele possui dextranas, essas dextranas são polissacarídeos que podem ser usadas como substitutas das albuminas.

37. Gilberto: A gente achou essas duas soluções muito viáveis pra... (INAUDÍVEL) seria o PFC e o plasma bovino e... por ser fácil acesso, plasma bovino, é só retirar o sangue do boi, não é tão difícil e o PFC é produzido em laboratório e tá em constante teste e como o sangue sintético ele é utilizado pra situações de emergência, então fica fácil de usar os dois porque é... eles são bastante usuais. Agora vem o problema porque o plasma bovino ele tem que ter a compatibilidade com a pessoa, aí se a pessoa não tem compatibilidade, aí seria utilizado o PFC. Só que o PFC aí tem o pressão de oxigênio. Mas é coisas que não são problemas que não dá pra resolver, sempre tem um, uma forma, um jeito de solucionar e salvar o paciente.

38. Francisco: Essas foram as duas referências que nós tivemos foram dois artigos, os dois principais artigos que nós usamos para nossa investigação e... é só. Obrigado!

39. Professora: Então, gente, alguma pergunta? Dúvida? Principalmente o grupo que á trabalhando com esse tema né?

40. Manuel: É, uma desvantagem no PFC foi a questão da complicação no fígado. Eu queria saber o seguinte: como exatamente ocorre? Ele reage com outra substância pra causar essa complicação nesse fígado e tal?

41. Ana: É porque quando administrado na corrente sanguínea são capazes de aumentar a solubilidade de O₂ no plasma. As moléculas dos PFCs são posteriormente sequestradas pelo sistema retículo-epitelial, mais precisamente pelas células de (INAUDÍVEL) no fígado e subsequente, porque o processo acontece no fígado, por isso que prejudica, ele também permanece muito tempo no organismo da pessoa. Antigamente quando foram os primeiros PFCs eles ficavam 10 meses no fígado da pessoa, por isso que prejudicava. Aí agora, os atuais, eles duram 7 dias, aí não dá tanto dano assim ao corpo. É por causa disso.

42. Caetano: Também depende da quantidade de sangue artificial usada.

43. Ana: Exatamente. Também.

44. Caetano: A partir de 1L, tipo, de um litro acima, você já começa a ter...

45. Ana: É! O máximo é 1L.

46. Caetano: A partir de 1L aí você começa a ter...

47. Ana: Complicações.

48. Caetano: Complicações, até surgir no fígado.

49. Ana: É, exatamente.

50. Francisco: Porque as células sequestram o PFC e é como se elas guardassem pra elas, “não aqui é meu, ninguém tira”, aí...

51. Ana: É por isso que causa complicações no fígado.

(Os alunos batem palmas, sugerindo o fim da apresentação).

52. Professora: Calma, ainda tem mais perguntas.

53. Pesquisador convidado: Tem alguma coisa é... sobre a validade dessas células? Você disse “pode ficar estocado lá”, mas é quanto tempo?

54. Francisco: Os PFCs, no caso, dura 7 dias, mas é dentro do organismo. Fora do organismo os PFCs eles vão chegar em média 3 – 4 meses, por quê? Porque pelo fato dele ser artificial ele vai estar conservado dentro do laboratório (INAUDÍVEL), então ele não vai ter tanta degradação. Já o plasma bovino por ser totalmente natural ele vai ter uma degradação maior do que o PFC, então eu acho que ele vai chegar a 2 meses mais ou menos.

55. Pesquisador convidado: O que é volemia?

56. Gilberto: Volemia é volume de sangue...

57. Luzia: Volume de sangue no organismo.

58. Francisco: Mais alguma pergunta?

59. Pesquisador convidado: O mecanismo de transporte do oxigênio é parecido com o da hemoglobina? Qual é?

60. Francisco: Sim, a hemoglobina ela é como o fígado, ela sequestra o oxigênio pra transportar, assim dizendo. Então, o plasma comum, por ter a hemoglobina livre da globulina ela também vai fazer isso, vai pegar o oxigênio e vai carrear durante o processo do organismo. O PFC já, da mesma forma, ele é fabricado pra esse processo pra nutrir o nosso organismo.

61. Luzia: Mas também não pode usar a hemoglobina pura, porque a hemoglobina pura pode afetar os rins.

62. Francisco: Mais alguma pergunta?

63. Teresa: Eu. É interessante esse sangue artificial porque, não sei se é as testemunhas de Jeová, é uma religião que...

64. Pesquisadora: É as testemunhas de Jeová!

65. Teresa: Não permite a transfusão de sangue. Não sei se chegaram a ver alguma coisa, será que esse sangue eles iam aceitar?

66. Luzia: Mas eu acho que essa parte mais da religião, dele não aceitar, mas é porque assim, eles veem que se você está passando por aquele momento, está morrendo, é porque Deus quer que você morra naquela momento e não quer nenhum recurso humano pra que interfira.

67. Pesquisadora: Então, Luzia, foi interessante ela falar dessa questão da religião porque eu ia justamente perguntar a vocês também se vocês tinham isto uma coisa a respeito. É... que tem essa questão da implicação social religiosa, né?! Pra o testemunha de Jeová, ao contrário das outras religiões cristãs protestantes, tem uma relação meio, do sagrado com o sangue, então eles consideram que o sangue é, tá relacionado com vida. Por estar, por sangue ser sinônimo de vida, eles não concordam com essa história da transfusão, porque você está transmitindo, tirando de uma vida pra dar pra outra vida, mistura de sangue é mistura de vida, então tem essa questão também deles não aceitarem essas transfusões por conta disso. Eu tava dando uma olhada na questão do sangue artificial e aí eu encontrei uma, um trabalho de dissertação de um rapaz brasileiro na área de bioética que ele tratava justamente dessa questão, da relação da transfusão sanguínea com as pessoas que são dessa religião específica. E aí uma alternativa legal porque, por exemplo, tem a questão da vida humana, né, o sangue, eles não aceitam a transfusão por conta da vida humana, mas não tem problema com relação ao sangue bovino, plasma bovino, seria uma das alternativas que vocês trouxeram aí. É eles não permitem a transfusão de sangue humana, mas não tem nenhum problema, pelo menos de acordo com essa dissertação em bioética do rapaz, não tem problema com relação ao sangue artificial.

68. Francisco: O que não seria exatamente preciso, porque varia de pessoa pra pessoa. Porque, por exemplo, muita gente testemunha de Jeová que é muito nisso ele não vai querer, mesmo sendo artificial, ele vai dizer “ah, não existe vida criada pelo homem, vida vai ser só criada por Deus”, por exemplo. Ele não vai querer. Aí isso vai variar de pessoa pra pessoa dentro da própria religião. Mas alguma pergunta? Não, obrigado gente!

69. Pesquisadora: Gente, eu só queria que vocês destacassem e deixassem claro pra mim se existe alguma desvantagem real e qual seria ela de se utilizar o sangue artificial? Porque vocês falaram em grandes vantagens, né, mas assim a desvantagem...

70. Luzia: É porque causa problemas no nosso organismo, por exemplo, o sangue artificial se a pessoa tiver num, ele é usado mais em momentos de emergência, mas o problema que ele causa hipertensão, ele aumenta a pressão da pessoa, aí quando você tá entre a vida e a morte você bota, vai lá, um transplante com sangue artificial pode piorar em vez de ajudar.

71. Professora: Mais alguma desvantagem?

72. Francisco: Tem a questão da hemoglobina livre tem, por exemplo, quando ela morre ela tem a duração de 120 dias, 120 horas, ela é quebrada e se transforma em dímero e esse dímero ele não se dissocia mais, ele fica lá permanente e a concentração muita alta desse dímero pode causar problema renal, ou seja, você pode ter a perda de um rim, por exemplo. E... mas isso

também vai variar de organismo pra organismo, de pessoa pra pessoa, da forma que você fez a transfusão, da forma como você ingere líquidos que possam substituir é... solubilizar essas (INAUDÍVEL).

73. Pesquisador convidado: Mas isso é em função do ... (INAUDÍVEL) o sangue com o sangue de boi?

74. Francisco: Na verdade isso também acontece com o sangue verdadeiro, o sangue verdadeiro a partir de 120 horas depois que a hemoglobina sai da, de dentro da hemácia, que é a célula sanguínea. Para a corrente sanguínea, assim para o plasma e carrega o oxigênio ela também morre e se transforma em dímero, porém a hemoglobina que é criada na medula óssea da gente, que a medula óssea da gente cria, ela é mais fácil solubilizar dentro do plasma depois de virar um dia, porque ela vira um dímero, mas vira um dímero solúvel, mais solúvel e o plasma consegue transbordar isso, então a gente não tem problema quanto a isso, mas artificial não porque o fato de não ser criada dentro do nosso organismo ela pode causar.

75. Elba: Quando tu diz dímero, tu quer dizer duas hemoglobinas ligadas uma a outra?

76. Francisco: Não, é o seguinte... eu tenho, por exemplo, isso daqui é uma hemoglobina (o aluno faz a demonstração com uma caneta) ela vai se dissociar e a partir do que ela se dissociar ela vai virar duas moléculas iguais, só que sem conseguir se separar por uma interação intermolecular.

77. Pesquisador convidado: Intermolecular ou ligação química pura?

78. Francisco: Intermolecular.

79. Elba: Isso não é uma anomalia não? Por que geralmente 120 dias é a duração da hemácia e a hemoglobina ela é reciclada na hemácia em si, é destruída a hemoglobina e a hemácia é reciclada em outra hemoglobina.

80. Francisco: Mas esse é o aspecto, por exemplo, a hemácia também tem 120 horas, assim como a hemoglobina, essa é a questão da solubilidade que eu falei (INAUDÍVEL) da hemoglobina da gente, porque a hemácia que se quebrou ela virou vários (INAUDÍVEL) soltos, mas a hemoglobina virou, meio que solubilizar. Então essa hemoglobina ao passar pela medula óssea de novo vai começar a se juntar de novo porque dentro do nosso organismo no sangue verdadeiro ela vai começar a solubilizar mais rápido. É isso.

GRUPO 3 – SANGUE ARTIFICIAL

81. Caetano: Boa tarde, pessoal. Os integrantes do nosso grupo são Manuel, Luiz, Jorge e Caetano.

82. Manuel: A gente vai falar sobre sangue artificial, primeiramente, “vamos” dar uma introdução à ideia, a respeito sobre o que é o sangue, é... o sangue é ... podemos definir ele resumidamente como um tecido que é formado por, por hemácias que são os glóbulos vermelhos, leucócitos que são os glóbulos brancos e as plaquetas. É... cada um vai desempenhar a sua função no sangue, os leucócitos vão ser as células de defesa, vão ser as células que vão combater o micro-organismo, por exemplo, que entra na nossa corrente sanguínea; é... as hemácias, a função principal das hemácias é o seguinte, é... nas hemácias vai existir uma proteína, a hemoglobina, a função principal dessa hemoglobina é o quê? É transportar oxigênio é... do meio para todos os órgãos do corpo, por exemplo, se levamos em conta a questão da célula, é... a hemoglobina vai pegar o oxigênio do meio, do meio extracelular e levar para o meio intracelular. E a função contrária ao transporte do oxigênio vai ser excretar também e liberar o CO_2 , que é tóxico pra nossas células. É... aí, como eu falei, é... não transporta apenas oxigênio como também outros nutrientes, como glicídeos, são os açúcar e tal. Bom, o sangue é classificado em grupos, são o A, do tipo A, tipo B, tipo AB, tipo O e em subgrupos, cada tipo desse é classificado em subgrupos, é... negativo e positivo, existe o A positivo e negativo e os demais também positivo e negativo, B, O e AB. Quanto a questão hoje na população mundial é... o tipo sanguíneo que está maior abundância hoje na população são os tipos o O^+ e o A^+ , é o que é mais encontrado hoje, mais fácil de encontrar e o que possui é... maior deficiência, assim, na população, dificilmente você encontra esse tipo sanguíneo é o tipo, o O^- e o B^- . Aí a imagem mostra (o aluno aponta para a lousa digital) é... os principais constituintes do sangue: plasma, os glóbulos brancos, leucócitos, eu já falei de cada um, a sua função, os glóbulos vermelhos, hemácias e as plaquetas sanguíneas. Aí é uma figura mostrando é... cada constituinte do sangue.

83. Caetano: Bom pessoal, como Manuel introduziu um pouco essa deficiência já vem de longas datas aí, e aí os cientistas tem se “especializado” pra desenvolver um sangue que é artificial, buscado aí suprir a necessidade, no caso de algum acidente, perda de sangue, hemorragias no geral e qualquer outro tipo de doença que o paciente necessite de, de sangue. O sangue artificial ele... ele busca é... resolver esses problemas como, por exemplo, uma transfusão de sangue o paciente contrai um vírus HIV, por exemplo. E ele pode ser obtido de diversas formas que vai ser aprofundada ao longo dos slides. E devido a essa escassez tem se investido mais e mais nesse tipo de pesquisa pra procurar suprir essa necessidade de sangue que hoje em dia existe. Um dado importante aí é que os primeiros testes já devem ser realizados a partir de 2017. Bom aí (aluno referindo-se ao slide), algumas substâncias que podem substituir o sangue, no caso aí é... além de tá falando sobre a vantagem e... algumas, algumas formas de obter o sangue artificial, que no caso seria através do bovino, como foi falado, beterraba e o PFC. No nosso caso como tese nos escolhemos o PFC pra defender e o PFC ele traz esses, essas vantagens, no caso, garante a circulação, não são tóxicos, nem cancerígenos, não geram efeitos adversos, porém tem a grande é... necessidade do, do oxigênio, quando Ana falou, que o paciente é necessário ser submetido a uma grande capacidade de oxigênio para que não ocorra algum, algumas complicações na hora de receber o, esse tipo de sangue artificial.

84. Luiz: O oxigênio, ele é bastante solúvel no perfluorocarboneto, é... o fluorcarboneto, ele não é imiscível com água, isso aí ajuda também a não afetar outro tipo de função no organismo e sim focar no transporte de oxigênio no sangue. (INAUDÍVEL) É... o excesso de, o uso excessivo de PFCs pode prejudicar, como Ana falou também, que causam infecção no fígado, porque quando você aumenta muito o PFC e não tem oxigênio suficiente ele não vai poder solubilizar o oxigênio por causa da... não, o oxigênio vai solubilizar menos, isso vai causar infecção ao fígado e vai hidrogenar e tal. Esses são os problemas de usar o, os PFCs.

84. Caetano: Acima de 1 litro já começa as complicações.

85. Luiz: Essa é a amostra de PFC (aluno se refere ao slide).

86. Jorge: Proteína bovina. A hemoglobina é alvo da pesquisa para substituir o sangue, extraída de, extraída e coletada das cirurgias ou amostras de sangue bovino, tentar suprir a demanda aí através de sangue bovino. Aí a hemoglobina quando não encapsulada no glóbulo vermelho se dissocia em dímeros, fazendo com que ele perca sua função, a utilização da hemoglobina bovina polimerizada é a fonte mais barata e abundante.

87. Caetano: Como o Francisco explicou, mas só dando uma “refletizada”, a questão dos dímeros, dímeros é uma molécula porém ela é como tivesse espelhada, é como se fosse monômeros espelhados formando uma só molécula, é um dímero.

88. Manuel: É... como você falou é... a hemoglobina vai se duplicar em dímeros e... volta aí, volta aí o slide, que eu queria... é... essa questão aí, porque a hemoglobina humana ela, ela possui uma cápsula, essa cápsula da hemoglobina humana, vai ser o quê? A hemácia. Então, essa hemoglobina bovina vai precisar também de uma cápsula, aí os pesquisadores estão estudando uma... uma... uma cápsula, um tipo de cápsula é... polimerizada, um polímero, um polímero pra utilizar como uma cápsula para essa hemoglobina, porque pra, pra que haja funcionamento, pra que haja normalmente é preciso ter a cápsula, como eu falei, a hemoglobina humana tem a hemácia. Essa primeira ideia que eu falei já... é... a primeira encapsulação foi feita em 1957, por Thomas Chang que continuou o trabalho utilizando como membrana artificial proteínas de bicamadas fosfolipídico complexadas com polímeros e outro. Então, a finalidade é isso achar é... uma cápsula pra essa hemoglobina, pra que haja realmente o funcionamento, pra que dê certo é... o, a... interesse, a finalidade da, de produzir o sangue artificial. É... a “mebra”, essa membrana ela é rapidamente convertida em água e CO₂, após o (INAUDÍVEL) organismo. Então, é isso aí, a mesma ideia, centrado na mesma ideia, a cápsula e tal.

89. Caetano: E um dado importante também é que esse Thomas Chang, esse japonês, ele, ele tem estudado essa questão do PFC e tem alguns artigos sobre ele, até comentei com a professora e ele tem vários estudos avançados com relação a esse tipo de sangue artificial.

90. Manuel: Bom, existe outras pesquisas também é... que buscam outras formas de substâncias que possam substituir o sangue, alguns pesquisadores na Suécia é... estão tentando é... estão estudando é... a proteína da beterraba que... eles... nas suas, nas suas primeiras pesquisas eles, eles é... encontraram o seguinte que a proteína da beterraba ela, quanto à

questão da coloração e da, e da, e da, e a mesma função da hemoglobina humana e a similaridade com a estrutura, a proteína da beterraba parecida com a estrutura da, da... hemoglobina humana, só que é... não, não há algo, não existe algo concreto, a respeito desse estudo aí, eles ainda estão pesquisando a respeito disso.

91. Caetano: E outras aplicações também do sangue artificial é... diferente do sangue real, o sangue artificial pode ser esterilizado para matar bactérias e vírus, como eu falei é... eliminando qualquer possibilidade de doenças, uma grande vantagem do, do sangue artificial, além de suprir a necessidade, os médicos também podem dar ao paciente independentemente do seu tipo sanguíneo, como o Manuel explicou sobre os tipos sanguíneos, o sangue artificial aí ele rompe essa barreira de ter necessariamente de ter aquele doador com determinado tipo sanguíneo. Um dos tipos de sangue tem duração de mais um ano e precisam ser refrigerados tornando-se ideais para uso em situações de emergência. É... quando o pessoal falou sobre a longa duração, podendo durar, a questão do PFC, de três meses, por exemplo, é... eles estão estudando essa possibilidade de congelado ele poder durar aproximadamente um ano ou mais pra ser utilizado. Assim, mesmo que ele não substitua de fato o sangue humano, o sangue artificial ainda é bastante vantajoso. Essas são as nossas referências.

92. Manuel: Então, é isso.

93. Professora: Muito bem, perguntas gente. Perguntas...

94. Ana: Quando ele falou da cápsula bovina que... tentando criar a cápsula é pra tipo, no sangue bovino ter também como se fosse uma hemácia. Aí tu disse que ele conseguiu criar, esse Chang criou uma cápsula. Ela não serviu? Por isso... eles ainda tão tentando encontrar outras ou ela serviu?

95. Manuel: Eles ainda estão, é...acho que a pesquisa fracassou, não deu certo. Porque se tivesse eles teriam avançado nos estudos e teria já resolvido os problemas e teria encontrado o sangue, já teria produzido o sangue artificial.

96. Caetano: E aí como surgiu essa possibilidade eles estão estudando em cima pra ver se é possível suprir essa necessidade.

97. Gilberto: Tem algum problema com a proteína da beterraba? Por que vocês só falaram assim, bem rápido.

98. Manuel: É porque é o seguinte quanto a questão deles utilizarem essa proteína, da beterraba, pra substituir a hemoglobina só existem é... a questão de, de parecer na estrutura, porque a estrutura da proteína da beterraba parece com a da hemoglobina e (INAUDÍVEL) a questão da coloração, só existe esses dois pontos positivos que comparem as duas pra que possa, pra que a proteína da beterraba possa substituir a hemoglobina, não existe é... outras funções que essa proteína da beterraba, ela possa é... é... fazer pra ser igual a hemoglobina humana, por exemplo. Então, existe poucos, o que eu quero dizer é que existem poucos é...

poucas contribuições pra que eles sejam é... semelhantes, as duas proteínas, a proteína da beterraba e a hemoglobina humana, só essa questão da estrutura e da coloração, nada mais.

99. Caetano: Basicamente é isso, existe indícios e... que podem ser estudados pra criar o sangue artificial, hoje em dia não existe isso, por exemplo, “ó, isso é 100% comprovado e não vai trazer toxicidade ou algum, algum desvio de função no sangue”. Indícios... e pessoas, pesquisadores como esse Chang, ele tá trabalhando em cima do PFC e essa questão da beterraba eles olharam, analisaram “olha, é bem semelhante ao sangue normal, essa proteína” e desenvolveram pesquisas em cima disso, mas nada tão avançado completamente como o PFC.

100. Manuel: De todos aí acho que o PFC, ele é o mais eficaz assim. Por todos aqueles fatores, aqueles motivos que a gente citou anteriormente aí.

101. Caetano: Outra questão também, ela perguntou sobre os testemunhas de Jeová, eu pesquisei um pouco sobre isso, eles fizeram como se fosse uma pesquisa perguntando se eles aceitariam utilizar esse sangue artificial, caso necessidade de um ente querido, algum familiar, eles responderam que... nessa pesquisa eles responderam que não porque, igual João falou, é... qualquer fonte de vida só provém de Deus e mesmo sendo um sangue artificial, criado por cientistas, eles não aceitariam esse (INAUDÍVEL) sangue.

102. Pesquisadora: Eu queria fazer uma pergunta e eu acho que serve para os dois grupos. E é uma questão bem pessoal. Eu queria saber se você acham realmente relevantes pesquisas, pesquisas desse tipo?

103. *Vários alunos respondem ao mesmo tempo:*

Sim!

Eu acho!

Com certeza!

104. Pesquisadora: Ninguém não acha irrelevante, gente?

105. Ana: Se tem falta, a gente tem que suprir essa falta.

106. Caetano: Porque de qualquer forma é uma avanço né. Tendo ali um sangue artificial é uma opção B, se não tiver doadores o suficiente, não podendo suprir aquele sangue com urgência, no caso que Francisco falou, de hemorragias.

107. Luzia: Não tá enraizado na nossa cultura essa fato de fazer doação de sangue ainda. Tem muita gente ainda...

108. Francisco: O sangue, ele é... produzido constantemente no nosso organismo é... o sangue artificial seria literalmente uma emergência, por exemplo, a questão do sangue bovino que a gente falou, ele seria colocado com a hemoglobina livre, por quê? Porque a hemoglobina livre transportaria, nutriria e desapareceria praticamente. Então, por isso que eu falei da questão da hemo, da globulina, a globulina é realmente a cápsula que encobre a hemoglobina do boi.

Então, quando tirar a globulina, temos a hemoglobina do boi livre, compatível a praticamente todo tipo de sangue. Então, ela livre no nosso organismo carregaria oxigênio mais rápido e faria com que a síntese do nosso organismo produzisse ainda cada vez mais. Aí essa é uma questão (INAUDÍVEL).

109. Teresa: É... eu acho que as pessoas são tão egoístas, é tão difícil doar, as pessoas têm uma resistência tão grande que eu acho que com isso aí dando certo é mais um motivo pra eu lavar minhas mãos. Entendeu? Assim, eu acho, eu penso assim. E lógico... não... é...na emergência das emergências, não tem, eu acho que legal. Mas assim, por outro lado teria que se trabalhar muito na propaganda a questão das pessoas continuarem...

110. Pesquisadora: Da solidariedade!

111. Teresa: Serem solidarias e doarem.

112. Luzia: Olhando por esse lado realmente é...

113. Pesquisadora: Por isso que eu perguntei se alguém ia (INAUDÍVEL)...

114. Caetano: Eu acho que embora as vezes têm pessoas que incentivam, por exemplo, faz campanha de doar sangue é... têm muitas barragens na hora que você chega lá, por exemplo, pra doar sangue, é muitas perguntas e se você tiver tatuagem, quem tem tatuagem não pode doar sangue.

115. Gilberto: Mais de 50 quilos.

116. Caetano: É, tem essa questão do peso também.

117. Ana: Como é que é, mais de 50 quilos?

118. Pesquisadora: Não, pessoas com menos de 50 quilos não podem doar sangue.

Várias pessoas falam ao mesmo tempo não sendo possível distinguir as falas.

119. Manuel: Outro ponto assim, positivo assim, benéfico do sangue artificial é a questão que ele independente do tipo sanguíneo ou do fator Rh, ele pode servir pra qualquer indivíduo, independente do tipo ou do fator Rh, né.

O aluno Gilberto reage negativamente à fala de Manuel.

120. Manuel: Depende? Cita aí (INAUDÍVEL)

121. Gilberto: A gente tava sobre isso porque o, o sangue não pode... não é 100% certeza que você vá aceitar aquele sangue do, da hemoglobina do plasma bovino, por isso que a gente citou a segunda opção que foi o PFC.

122. Manuel: Mas será que isso aí tá relacionado ao tipo e ao fator Rh?

123. Gilberto e Francisco respondem juntos: Sim!

124. Francisco: A compatibilidade. Porque, por exemplo, se você for transferir um sangue A, pra uma pessoa de tipo de sangue B, ela vai aceitar? É a mesma coisa com o boi e o ser humano, o boi também tem um sistema sanguíneo e ele também aglutina, então tem que ter, tem que ser compatível pra poder transferir.

125. Manuel: É bom saber.

126. Francisco: Já a questão do PFC não precisa tanto da...

127. Ana: Só precisa do oxigênio.

128. Francisco: ...Compatibilidade. Se a pressão do oxigênio parcial, no caso, através de respiração... aquelas máscaras de respiração causa uma concentração maior de oxigênio o PFC funcionaria normalmente sem precisar de nada, não precisava ser tão compatível, sendo compatível ou não ele carregaria oxigênio.

ANEXO 1

EMENTA DA DISCIPLINA DE PESQUISA APLICADA À QUÍMICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

Componente Curricular: PESQUISA APLICADA À QUÍMICA
Carga Horária: 45 horas.
Numero de Créditos: 03
Pré-Requisitos: Metodologia Científica.
Público-alvo: Bacharelado em Química e Licenciatura em Química.

OBJETIVOS Proporcionar o conhecimento das diversas áreas da pesquisa em química, contemplando aspectos históricos, tendências atuais, seus diferentes campos de estudo e perspectivas.

HABILIDADES E COMPETÊNCIAS Desenvolver o conhecimento sobre a pesquisa na área de química, contemplando os seus aspectos históricos, suas tendências atuais e os seus diferentes campos de estudo e abordagens. Aprender aspectos conceituais, técnicos e estruturais que possibilitem a elaboração de projetos na área de química. Conhecer diferentes métodos e técnicas de pesquisa em química, possibilitando a compreensão das suas múltiplas e diversificadas formas de aplicação. Empregar as normas necessárias para estruturação de trabalhos científicos na área de química.

EMENTA / PROGRAMA

Pesquisa em diversas áreas da química: Aspectos históricos; Tendências atuais; Campos de estudos e Perspectivas.

Métodos e técnicas de pesquisa em química: Pesquisa básica; Pesquisa aplicada; Pesquisa quantitativa e qualitativa; Pesquisa bibliográfica; Fontes e sistemas de informação; Pesquisa documental; Pesquisa de campo; Pesquisa de laboratório; Instrumentos de coleta de dados; Instrumentos de análise e organização de dados.

Elaboração de projetos na área de química: Campos de abordagem; Estrutura; Definições metodológicas.

Concepção, elaboração e produção de trabalhos científicos em química: Relatórios, Artigos, Monografias, Dissertação e Tese.

METODOLOGIA

Leitura de texto que abordem os conteúdos fundamentais da disciplina. Aulas expositivas sobre os temas do conteúdo programático da disciplina. Seminários, organizados pelos discentes, sobre temáticas específicas. Apreciação e análise de filmes, documentários, entrevistas e outros registros que favoreçam o debate e o entendimento de questões relacionadas à pesquisa na área de química. Estruturação, elaboração e apresentação de trabalhos, segundo os critérios fundamentais para a produção e a divulgação do conhecimento científico em química, dinâmicas de grupo, aulas práticas em bibliotecas, aulas práticas em laboratório de informática.

AValiação

Participação nas discussões e debates. Apresentação de seminários. Elaboração de trabalhos escritos. Concepção e estruturação de trabalhos científicos.

BIBLIOGRAFIA

1. ANDRADE, Maria. Margarida de. *Introdução à Metodologia do Trabalho Científico*, 6ª ed., Editora Atlas, 2003.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 6023:2002. *Informação e documentação. Referências – Elaboração*. Rio de Janeiro: ABNT, ago. 2002.
3. BARRAS, Robert. *Os cientistas precisam escrever. Guia de redação para cientistas, engenheiros e estudantes*. São Paulo: T.A. Queiroz/Eduso, 1979.
4. CAMPELLO, Bernadete S.; CEDON, Beatriz V.; KREMER, Jeannete, M. (Orgs). *Fontes de informações para pesquisadores e profissionais*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.
5. TURABIAN, Kate L. *Manual para redação: monografias, teses e dissertações*. Tradução de Vera Riboldi. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
6. Artigos, projetos, monografias, dissertações e teses em química.

ANEXO 2

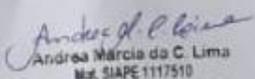
**CERTIDÃO DE APROVAÇÃO DA PESQUISA NO CONSELHO DE ÉTICA DA
UFPB**

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

CERTIDÃO

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou por unanimidade na 3ª Reunião realizada no dia 28/04/2016, o Projeto de pesquisa intitulado: **“QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA ELABORAÇÃO DE UMA PROPOSTA DIDÁTICA DISCURSIVA EM AULAS DE QUÍMICA NO ENSINO SUPERIOR”**, da pesquisadora Jéssyca Brena Soares Rodrigues. Prot. nº 0138/16. CAAE: 55157816.0.0000.5188.

Outrossim, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à apresentação do resumo do estudo proposto à apreciação do Comitê.


Andrea Márcia da C. Lima
Mat. SIAPE 1117510
Secretária do CEP-CCS-UFPB

Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba
Campus I – Cidade Universitária - 1º Andar - CEP 58051-900 – João Pessoa – PB
☎ (81) 3216 7791 – E-mail: eticaccsuufpb@hotmail.com