

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE**

**A EXPERIMENTAÇÃO CONTEXTUALIZADA E INTERDISCIPLINAR
EVIDENCIADA NO LIVRO “DIALOGANDO CIÊNCIA ENTRE SABORES, ODORES
E AROMAS: CONTEXTUALIZANDO OS ALIMENTOS QUÍMICA E
BIOLOGICAMENTE” NO CONTEXTO DA ESCOLA: UMA ANÁLISE DA SUA
APLICAÇÃO**

Anelise Grünfeld de Luca

Prof. Dr. José Claudio Del Pino

Porto Alegre

2018

ANELISE GRÜNFELD DE LUCA

**A EXPERIMENTAÇÃO CONTEXTUALIZADA E INTERDISCIPLINAR
EVIDENCIADA NO LIVRO “DIALOGANDO CIÊNCIA ENTRE SABORES, ODORES
E AROMAS: CONTEXTUALIZANDO OS ALIMENTOS QUÍMICA E
BIOLOGICAMENTE” NO CONTEXTO DA ESCOLA: UMA ANÁLISE DA SUA
APLICAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito à obtenção do Título de Doutora em Educação em Ciências.

Prof. Orientador: Dr. José Claudio Del Pino

Porto Alegre

2018

CIP - Catalogação na Publicação

LUCA, ANELISE GRUNFELD DE

A experimentação contextualizada e interdisciplinar evidenciada no livro "Dialogando Ciência entre sabores, odores e aromas: contextualizando os alimentos química e biologicamente" no contexto da escola: uma análise da sua aplicação / ANELISE GRUNFELD DE LUCA. -- 2018. 294 f.

Orientador: Jose Claudio Del Pino.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre, BR - RS, 2018.

1. Experimentação. 2. Contextualização. 3. Interdisciplinaridade. 4. Aprendizagem. 5. Educação Básica. I. Del Pino, Jose Claudio, orient. II. Título.

ANELISE GRÜNFELD DE LUCA

**A EXPERIMENTAÇÃO CONTEXTUALIZADA E INTERDISCIPLINAR
EVIDENCIADA NO LIVRO “DIALOGANDO CIÊNCIA ENTRE SABORES, ODORES
E AROMAS: CONTEXTUALIZANDO OS ALIMENTOS QUÍMICA E
BIOLOGICAMENTE” NO CONTEXTO DA ESCOLA: UMA ANÁLISE DA SUA
APLICAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito à obtenção do Título de Doutora em Educação em Ciências, a ser apreciado pela Banca Examinadora, formada por:

Prof. Orientador: Dr. José Claudio Del Pino

Prof.^a Dr.^a Maria do Carmo Galiazzi

Prof.^a Dr.^a Andreia Modrzejewski Zucolotto

Prof.^a Dr. Aureli Caamaño Ros

Prof.^a Dr. Marcus Eduardo Maciel Ribeiro

Porto Alegre, fevereiro de 2018

RESUMO

A presente pesquisa busca evidenciar a experimentação contextualizada e interdisciplinar proposta no livro *Dialogando Ciência entre sabores, odores e aromas: contextualizando os alimentos química e biologicamente (DC)*, no contexto da escola. As questões investigadas são: como os alunos de Ensino Fundamental (9º ano) e Médio percebem e compreendem a proposta da experimentação contextualizada e interdisciplinar e quais as impressões e as implicações possibilitadas em sala de aula por meio da experimentação contextualizada e interdisciplinar por parte dos professores de Química e Biologia? Primeiramente foi realizado um levantamento bibliográfico da temática abordada, ressaltando conceitos fundamentais para o entendimento do objeto de pesquisa, bem como esclarecimentos quanto à interdisciplinaridade e à contextualização. Os sujeitos da pesquisa foram alunos do Ensino Fundamental (9º ano) e Médio, além dos professores de Química e Biologia. Os instrumentos de coleta de dados utilizados com os alunos foram os questionários estruturados, com perguntas fechadas e abertas, respondidas após a realização dos experimentos, para os contextos A, B e C. Também foi realizada uma oficina para professores das áreas de Biologia e Química, com a aplicação de um questionário contendo 10 proposições e uma pergunta aberta. Ainda foram realizadas entrevistas semiestruturadas com três professoras. Como resultados, evidenciou-se que o livro DC apresenta materiais de fácil manuseio e aquisição. Os questionamentos propostos valorizam as ideias prévias e o uso da linguagem cotidiana e científico escolar. As leituras do “*Aprofunde seus conhecimentos...*” instigam a pesquisa e apropriação dos conceitos e a abordagem contextualizada e interdisciplinar que promoveram os entendimentos do fenômeno de forma integral. As impressões e implicações anunciadas pelos professores versavam sobre a simplicidade dos experimentos, o planejamento como aspecto central da experimentação para que se possa pensar no professor como mediador, a interdisciplinaridade como possibilidade de integração dos conhecimentos nos contextos escolares, proporcionada pelo diálogo, permitindo que tanto os professores de Química como de Biologia dialoguem com o mesmo objeto de estudo e a contextualização que permitiu a problematização de situações reais, providas de significados.

Palavras-chave: Experimentação no Ensino. Ensino e Aprendizagem. Interdisciplinaridade. Contextualização.

ABSTRACT

The present research aims at evincing the contextualized and interdisciplinary experimentation proposed in the book *Dialogando Ciência entre sabores, odores e aromas: contextualizing the foods chemically and biologically (DC)*, in the context of the school. The questions investigated are: how primary and middle school students perceive and understand the proposal of contextualized and interdisciplinary experimentation and what impressions and implications are made possible in the classroom through contextualized and interdisciplinary experimentation by the chemistry and biology teachers? Firstly, a bibliographical survey of the subject matter was carried out, highlighting fundamental concepts for the understanding of the research object, as well as clarifications regarding interdisciplinary and contextualization. The subjects of the research were primary school (9th grade) and middle school students and chemistry and biology teachers. The data collection instruments from the students were: structured questionnaires, with closed and open questions, answered after the experiments, for contexts A, B and C. A workshop for teachers in the areas of Biology and Chemistry was also held, in which a questionnaire containing 10 propositions and one open question was applied. Semistructured interviews with three teachers were also carried out. As results it was evidenced that the book DC presents materials of easy handling and acquisition; the proposed questions value previous ideas and the use of everyday school and scientific language; the readings of: *Aprofunde seus conhecimentos ...* instigate the research and appropriation of the concepts and the contextualized and interdisciplinary approach that promoted the understandings of the phenomenon in an integral way. The impressions and implications announced by the teachers were about: the simplicity of the experiments; planning as the central aspect of experimentation so that one can think of the teacher as mediator; interdisciplinary as a possibility of integration of knowledge in school contexts, provided by the dialogue, allowing both chemistry and biology teachers to dialogue with the same object of study and contextualization that allowed the problematization of real situations, loaded with meanings.

Keywords: Teaching Experimentation. Teaching and Learning Process. Interdisciplinary. Contextualization.

AGRADECIMENTOS

Agradecer é preciso. Não estamos sozinhos nesta jornada, nos constituímos pelos muitos que estão entre nós. São vozes que ecoam, luzes que iluminam o caminho que trilhamos. E neste trajeto de escrita, preciso agradecer...

Acima de tudo agradeço a Deus, pois foi minha fé que me sustentou emocionalmente e psicologicamente. Foi Ele a força interior que eu precisava para finalizar esta tese.

Ao professor José Claudio Del Pino, orientador. A você professor toda a minha admiração pela pessoa que és e pelo profissional competente que sempre fostes. Obrigada por apostar em mim e principalmente pela oportunidade de estar no Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências desta Universidade.

À Sandra Aparecida dos Santos, amiga, irmã, companheira e principalmente parceira e cúmplice do livro “*Dialogando Ciência entre sabores, odores e aromas: contextualizando os alimentos química e biologicamente*”. Sem você esta tese não existiria, pois escrevemos juntas, compartilhamos de muitas ideias, palavras e emoções. Obrigada pelos momentos de diálogo e fazeres da sala de aula. A sua presença em minha vida transcende qualquer comentário, vai além da minha existência.

Agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), pois foram os professores e coordenadores atuantes na instituição que me proporcionaram leituras, discussões e aprendizados para além da profissão.

Às Instituições de Ensino nas quais atuei como professora, o Colégio Sinodal Ruy Barbosa e o Centro Universitário para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí (UNIDAVI). A minha história de docência está vinculada para sempre às experiências vivenciadas nesses locais, juntamente com os alunos e colegas de profissão que me constituíram como professora.

Ao Instituto Federal Catarinense (IFC) – Araquari, nas pessoas de seus diretores e coordenadores, pela oportunidade de usufruir de algum tempo, mesmo que pequeno, para a escrita da tese.

Aos alunos e professores participantes desta pesquisa, pois sem as suas concepções não conseguiria entender e responder aos questionamentos propostos nesta
tese.

À banca examinadora, Prof.^a Dr.^a Maria do Carmo Galiuzzi, Prof.^a Dr.^a Andreia Modrzejewski Zucolotto, Prof. Dr. Aureli Caamaño Ros e Prof. Dr. Marcus Eduardo Maciel Ribeiro e Prof.^a Dr.^a Anna Maria Pessoa de Carvalho pelas contribuições para a pesquisa e escrita da tese. Vocês me propiciaram leituras, interlocuções e reflexões para pensar sobre Educação em Ciências.

À amiga Marilândes Mól Ribeiro de Melo pelos diversos momentos de conversas, de compartilhamentos e desabafos intelectuais. Você foi e é muito importante nesta caminhada no IFC. Obrigada por suas palavras reverberantes, dialogar com você é sempre um momento sublime.

À minha família, meu marido Claudiomiro e meu filho João Vítor. Vocês embarcaram nesta viagem, e sei que foram momentos difíceis, de muito cansaço e finais de semanas escrevendo, lendo e compartilhando essas escritas. Vocês realmente me suportaram em todo esse trajeto.

À amiga mais chegada Andrea dos Santos Roussenq. O que dizer de você? Sempre presente, imprescindível em muitos momentos de minha vida. Obrigada pelo que és e representas na minha família. Quero sempre estar perto de você.

Às minhas colegas de conversa e compartilhamentos de ideias, Iara Maitê Campestrini, Maria Fernanda Villena Castro e Angelisa Benetti Clebsch.

Enfim, a todos os interlocutores desta tese, que de alguma forma me fizeram refletir e vivenciar momentos ímpares de muito aprendizado.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Capa do livro Dialogando Ciência entre sabores, odores e aromas: contextualizando os alimentos química e biologicamente	36
FIGURA 2 – Primeiro capítulo do livro DC – A química e a biologia na mesa das pessoas	38
FIGURA 3 – Capítulo 2 – Degustando a química e a biologia o ensino médio	39
FIGURA 4 – Capítulo 3 – A cozinha, (e) um verdadeiro laboratório.....	40
FIGURA 5 – Capítulo 3 – Materiais alternativos para compor o laboratório.....	40
FIGURA 6 – Capítulo 4 – Comer! Um fazer do vivo	41
FIGURA 7 – Capítulo 5 - Alimentos: uma questão química, biológica, social, cultural e de cozinha	41
FIGURA 8 – Capítulo 6 – Alimentação e sociedade – uma pitada de história	42
FIGURA 9 – Capítulo 7 - Alimentos no sabor legal: legislação vigente.....	43
FIGURA 10 – Experimento 9 – capítulo 10 – Composição química e ação biológica dos alimentos	44
FIGURA 11 - “ <i>Aprofunde seus conhecimentos...</i> ” apresentado no experimento 9....	45
FIGURA 12 - Finalizando o livro DC – E para encerrar... A sobremesa.....	46
FIGURA 13 – Experimento 2 (2a – EXP) do capítulo 8 – Propriedades Organolépticas	51
FIGURA 14 – Experimento 2 (2b-IN – P) do capítulo 8 – Propriedades Organolépticas	52
FIGURA 15 – Experimento 3 do capítulo 8 – Detetive Químico.....	53
FIGURA 16 – Experimento 6, capítulo 10 - Mergulho celular.....	54
FIGURA 17 – Experimento 2 (2a – EP-PD) - Capítulo 2 – Dispersões: soluções, coloides e suspensão	54
FIGURA 18 – Experimento 2 (2b e 2c - EXP e EXI) - Capítulo 2 – Dispersões: soluções, coloides e suspensão.....	55
FIGURA 19 – Capítulo 5 – Alimentos: uma questão química, biológica, social, cultural e de cozinha	56
FIGURA 20 – Experimento 7 – capítulo 10 – Identificação das proteínas.	58
FIGURA 21 – Habilidades processuais apresentada por WARD <i>et al.</i> 2010	59
FIGURA 22 – Experimento 1 – Capítulo 10 – Teste de identificação dos lipídios.....	60
FIGURA 23 – Experimento 7 – Capítulo 10 – Teste de identificação das proteínas.61	

FIGURA 24 – Esquema de relação entre os termos: experimentação, interdisciplinaridade e contextualização	64
FIGURA 25 – Experimento 10.1 – Identificação dos Lipídios	144
FIGURA 26 – Experimento 10.2 – Capítulo 10	145
FIGURA 27 – Categorias relativas às respostas dos alunos às questões 2, 4 e 7.	147
FIGURA 28 – Categorias relativas às respostas dos alunos às questões 3, 5 e 6.	147
FIGURA 29 – Categorias - Sobre a experimentação: identificação, execução e concepção.	162
FIGURA 30 – Categorias da Perspectiva interdisciplinar da experimentação	162
FIGURA 31 – Categorias sobre Importância dos questionamentos e da leitura	163
FIGURA 32 – Categorias sobre a proposta experimental do livro DC	163
FIGURA 33 – Experimento 9 – Capítulo 10.	187
FIGURA 34 – Continuação do Experimento 9 – Capítulo 10.	187
FIGURA 35 – Continuação do Experimento 9 – Capítulo 10.	188
FIGURA 36 – Recorte do R4 indicando a tabela elaborada com os sucos testados, o número de gotas e as quantidades de vitamina C.	192
FIGURA 37 – Experimento Identificação da glicose nos alimentos	195
FIGURA 38 – Experimento Identificação das proteínas nos alimentos.....	195
FIGURA 39 – Experimento Identificação da vitamina C nos alimentos.....	196
FIGURA 40 – Experimento Identificação dos alimentos	196
FIGURA 41 – Experimento Ação da bromelina e papaína nos alimentos	197
FIGURA 42 – Experimento Verificação do grau de insaturação nos óleos	197
FIGURA 43 – Categorias explicitadas – Proposta Experimental.....	199
FIGURA 44 – Categorias encontradas a partir das quatro questões aplicadas com os alunos do contexto C - 2016.....	207
FIGURA 45 – Experimento 11. 1 – Capítulo 11 – Alimentos Naturais	217
FIGURA 46 – Experimento 1 – Capítulo 11	218
FIGURA 47 – Experimento 2 – capítulo 11.	218
FIGURA 48 – Experimento 11.2 – capítulo 11 – Alimentos elaborados.....	219

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Sumário do livro do DC	37
QUADRO 2 – Apresentação dos temas abordados, os conceitos e quantidade de experimentos dos capítulos.....	43
QUADRO 3 – Categorias de análise dos Trabalhos Práticos a partir do sistema de categorização de Caamaño (2011).	47
QUADRO 4 – Categorização e quantificação dos experimentos presentes no livro DC	49
QUADRO 5 – Evolução do ensino de Ciências.....	97
QUADRO 6 – Comparativo entre exercícios e problemas.	122
QUADRO 7 – Comparativo entre problemas reais e problemas escolares.....	122
QUADRO 8 – Modelo de relatório.....	137
QUADRO 9 – Perguntas do questionário entregue aos alunos, com seus respectivos objetivos.	146
QUADRO 10 – Trecho do “ <i>Aprofunde seus conhecimentos...</i> ”, página 89 do livro DC.	151
QUADRO 11 – Perguntas do questionário entregue aos alunos, com seus respectivos objetivos.	160
QUADRO 12 – Questões 6, 7, 8 e 9 elaboradas para a pesquisa com os estudantes	198
QUADRO 13 – Relato da professora de Biologia sobre os experimentos realizados	206
QUADRO 14 – Questões 1, 2, 3 e 4 elaboradas para a pesquisa com os estudantes	207
QUADRO 15 – Proposições do questionário aplicado.....	220
QUADRO 16 – Questões aplicadas na entrevista com as professoras	226

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Categorização dos Experimentos conforme Caamaño (2011).	50
GRÁFICO 2 – Resultado do questionário aplicado - 10 proposições.....	221
GRÁFICO 3 – Experimentação no Ensino – proposições 5, 6, 7 e 8	222
GRÁFICO 4 – Aplicação da Proposta Experimental – proposições 1, 2, 3, 4, 9 e 10.	223

SUMÁRIO

ATO INAUGURAL: O ESCREVER COMO PRINCÍPIO E O INVESTIGAR COMO PROCESSO	16
1 A PROBLEMÁTICA E O DELINEAMENTO DA PESQUISA	21
1.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA.....	21
1.2 OBJETIVOS	25
1.2.1 Objetivo Geral	25
1.2.2 Objetivos Específicos	25
2 DA TECITURA DA PROFISSÃO À CONSTRUÇÃO DO LIVRO: FIOS QUE SE CRUZARAM NO TEAR DA EXPERIMENTAÇÃO	27
2.1 TRAJETÓRIAS DE APRENDIZAGEM: DOCÊNCIA E AUTORIA	28
2.2 CAMINHOS QUE SE ENTRECruzARAM: COMPROMETIMENTO E PARCERIA.....	33
2.3 PARCERIA E COMPROMETIMENTO: ENTRE PENSAMENTO E REALIDADE	35
2.3.1 Esqueleto sustentador: a estrutura da proposta experimental	37
2.3.2 A experimentação desvelada: análise dos experimentos	46
2.3.3 Potencialidades assinaladas: evidências dos experimentos.....	55
2.3.4 Limitações e fragilidades da proposta experimental.....	59
2.4 A EXPERIMENTAÇÃO CONTEXTUALIZADA E INTERDISCIPLINAR EVIDENCIADA NO LIVRO DC: ENTENDIMENTOS DAS AUTORAS.....	62
2.4.1 Diálogos teóricos sobre contextualização e interdisciplinaridade: demarcando alguns posicionamentos.....	65
2.4.1.1 A contextualização no ensino de Química: a relação entre sujeito e objeto.....	65
2.4.1.2 Interdisciplinaridade como forma de contextualizar o ensino	71
3 EXPERIMENTAÇÃO NA CIÊNCIA E NO ENSINO DE CIÊNCIAS	76
3.1 DO ANTIGO EXPERIMENTO À EXPERIMENTAÇÃO MODERNA: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES	76
3.2 A EXPERIMENTAÇÃO NO CONTEXTO ESCOLAR: ALGUMAS ABORDAGENS ..	85
3.3 ENTRE O DITO E NÃO DITO: PROBLEMATIZANDO A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS	97
3.3.1 O papel da experimentação: um olhar para a ciência buscando o ensino de Ciências.....	98
3.3.2 Delimitando a experimentação como um trabalho prático: conceitos e classificação	104
4 EXPERIMENTAÇÃO E APRENDIZAGEM: DA DINÂMICA DA CONSTRUÇÃO AO MOVIMENTO DA RECONSTRUÇÃO	110

4.1 A APRENDIZAGEM E SEUS DIVERSOS ENTENDIMENTOS: DIRECIONAMENTOS E CONVERGÊNCIAS	110
4.2 A APRENDIZAGEM POR MEIO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS: CONCEPÇÕES E PERCURSOS.....	115
4.3 A APRENDIZAGEM ATRAVÉS DE SITUAÇÕES PROBLEMATIZADORAS: PERSPECTIVAS A PARTIR DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	120
4.4 SITUAÇÕES PROBLEMATIZADORAS COMO PROPULSORAS DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS: APROXIMAÇÕES, POSSIBILIDADES E CONTRAPONTO PARA A EXPERIMENTAÇÃO CONTEXTUALIZADA E INTERDISCIPLINAR.	127
5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E INTERLOCUÇÕES TEÓRICAS DA PESQUISA	130
5.1 ESTUDO DE CASO COMO ESTRATÉGIA DE PESQUISA	130
5.2 O QUE É QUANTITATIVO E QUALITATIVO NA PESQUISA	132
5.3 SUJEITOS DA PESQUISA.....	134
5.4 INTERLOCUÇÕES TEÓRICAS.....	134
5.5 CONTEXTO DE COLETA DE DADOS COM OS ALUNOS	135
5.6 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS COM OS ALUNOS: QUESTIONÁRIO E RELATÓRIO	136
5.7 OFICINA COM PROFESSORES: DISCUSSÃO DA PROPOSTA DO LIVRO DC..	138
5.8 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS COM OS PROFESSORES: ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS	139
5.9 ANÁLISE DOS DADOS DAS QUESTÕES ABERTAS E ENTREVISTAS: ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA.....	141
6 PERCEPÇÕES E COMPREENSÕES DOS ALUNOS QUANTO A EXPERIMENTAÇÃO CONTEXTUALIZADA E INTERDISCIPLINAR	144
6.1 CONTEXTO A: ALUNOS DE UM GRUPO MULTISSERIAL	144
6.1.1 Compreensões dos alunos quanto à execução do experimento, dos resultados e a relação com o conceito de lipídios	147
6.1.1.1 Explicações do fenômeno observado	148
6.1.1.2 Interpretações do texto lido.....	150
6.1.1.3 Impressões quanto ao experimento.....	153
6.1.2 Compreensões dos alunos quanto à proposição interdisciplinar do conceito de lipídios	155
6.1.2.1 O conceito de lipídio e a relação com a Biologia e a Química	155
6.1.2.2 A importância das áreas dos conhecimentos na compreensão dos conceitos científicos	157

6.1.2.3	Conceitos científicos identificados com as áreas da Biologia e da Química	158
6.2	CONTEXTO B: ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL (9º ANO) E MÉDIO	160
6.2.1.	Sobre a experimentação: identificação, execução e concepção	163
6.2.2	Perspectiva interdisciplinar dos experimentos.....	171
6.2.3	Importância dos questionamentos e da leitura	175
6.2.3	Sobre a proposta experimental do livro DC	183
6.2.4	Conceitos químicos e biológicos movimentados nos relatórios da identificação da vitamina C nos alimentos.....	186
6.3	CONTEXTO C: ALUNOS DO CURSO TÉCNICO INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO	194
6.3.1	Percepções dos alunos: aplicação da proposta do livro DC em 2014	194
6.3.1.1	Compreensões da abordagem experimental	199
6.3.1.2	Na dinâmica da experimentação: a relevância dos questionamentos.....	201
6.3.1.3	A Experimentação como algo importante para o aprendizado.....	203
6.3.1.4	A Relevância da Experimentação Contextualizada e Interdisciplinar.....	204
6.3.2	Percepções dos alunos: aplicação da proposta do livro DC em 2016	206
6.3.2.1	Relação entre Teoria e Prática	208
6.3.2.2	Aprendizado: avanços, protagonismo do aluno e discussão do fenômeno	209
6.3.2.3	Compreensões e entendimentos dos experimentos	210
6.3.2.4	Promoção da reflexão e do aprofundamento do conhecimento.....	211
6.3.2.5	Dinamismo das aulas e diversão	212
6.3.2.6	Conceitos de lipídios, carboidratos e proteínas movimentados na experimentação realizada.....	212
6.3.2.7	Constatações do contexto C.....	214
7	IMPRESSÕES E IMPLICAÇÕES DO USO DA EXPERIMENTAÇÃO CONTEXTUALIZADA E INTERDISCIPLINAR NO CONTEXTO ESCOLAR	216
7.1	A PROPOSTA DE EXPERIMENTAÇÃO CONTEXTUALIZADA E INTERDISCIPLINAR: PERCEPÇÕES DE PROFESSORES PARTICIPANTES DE UMA OFICINA	216
7.2	A PROPOSTA DE EXPERIMENTAÇÃO CONTEXTUALIZADA E INTERDISCIPLINAR: COMPREENSÕES DAS PROFESSORAS QUE APLICARAM A PROPOSTA	225
7.2.1	Experimentação no Ensino de Ciências: compreensões das professoras ..	226
7.2.1.1	Percurso de formação: do início ao continuado	227
7.2.1.1.1	A docência e a experimentação: relação entre a teoria e a prática.....	227
7.2.1.1.2	Docência e experimentação: relações da professora pesquisadora	229

7.2.1.1.3	Formação e docência: a experimentação vivenciada	231
7.2.1.1.4	Elucidações do percurso formativo das professoras entrevistadas.....	232
7.2.1.2	Sala de aula: o fazer e o refazer da experimentação.....	235
7.2.1.2.1	Experimentação como comprovação: a importância do roteiro.....	235
7.2.1.2.2	A experimentação contextualizada e interdisciplinar: participação ativa dos alunos.....	238
7.2.1.2.3	A experimentação investigativa: o aluno como protagonista.....	241
7.2.1.2.4	O fazer pedagógico e as abordagens de experimentação: relações explícitas	242
7.3	EXPERIMENTAÇÃO CONTEXTUALIZADA E INTERDISCIPLINAR: IMPRESSÕES E DESAFIOS.....	244
7.3.1	Contextualização e Interdisciplinaridade: saberes e fazeres no contexto escolar	244
7.3.1.1	Concepções de contextualização e interdisciplinaridade proclamadas pelas professoras: inserir e integrar saberes	246
7.3.1.2	A contextualização e a interdisciplinaridade: o que se faz e o que é possível fazer?	247
7.3.2	Experimentação contextualizada e interdisciplinar: perspectivas e possibilidades.....	250
7.3.2.1	Experimentação do livro DC proporcionada no contexto escolar	250
7.3.2.2	Experimentação proposta pelo livro DC: possibilidades e limites	253
7.3.2.3	Os questionamentos e os aprofundamentos: relações possíveis no livro DC ...	255
7.3.4	Impressões e percepções da aplicação do livro DC no contexto da escola	257
8	ENSAIO RECONSTRUTIVO: PONDERAÇÕES E POSSIBILIDADES.....	260
	REFERÊNCIAS.....	264
	APÊNDICE	279
	ANEXO.....	294

ATO INAUGURAL: O ESCREVER COMO PRINCÍPIO E O INVESTIGAR COMO PROCESSO

[...] escrever é isso aí: iniciar uma conversa com interlocutores invisíveis, imprevisíveis, virtuais apenas, sequer imaginados de carne e ossos, mas sempre ativamente presentes. Depois é espichar conversas e novos interlocutores surgem, entram na roda, puxam outros assuntos. Termina-se sabe Deus onde (MARQUES, 2006).

O ato de pesquisar proporciona inquietações e questionamentos, momentos de reflexão tensionados pela busca de um caminho, de uma direção, quem sabe uma “receita” na qual se pudesse automaticamente percorrer a trajetória proposta, chegando ao destino final: as constatações da pesquisa.

No entanto, é necessário o debruçar-se exaustivo, no sentido de buscar os métodos e os procedimentos diante do que está posto. A pesquisa como “[...] um esforço sistemático e organizado para investigar um problema específico que precisa de solução” (GRAY, 2012, p. 10). Luna (2009, p. 15) afirma que a “[...] pesquisa visa a produção de conhecimento novo, relevante teórica e socialmente e fidedigno. [...] um conhecimento que preenche uma lacuna importante no conhecimento disponível em uma determinada área do conhecimento.”

Neste caminho de pesquisa se desenha a tese como uma proposição teórica, sustentada e fundamentada em argumentos definidos a partir de um tema preciso. E tudo “[...] inicia pela definição de seu começo (o problema, o tema ou assunto, uma hipótese, um título,) [...] faz parte então, da questão do começo, [...] a clara percepção do lugar social em que se situa o pesquisador-que-escreve” (MARQUES, 2006, p. 23).

Freitas (2006, p. 216) expressa em seu texto que “Viver a tese é preciso”, pois este “[...] é um projeto especial, [...], que mobiliza todas as forças do sujeito, pois trata-se de uma tarefa anti-social e excludente, desestabilizadora de certezas intelectuais, comportamentais e emocionais, desenvolvida a longo prazo”. Mesmo que provoque tantas inquietações, quando concluída a tese torna-se gratificante, pois “[...] consome e produz uma grande dose de energia psíquica e exige enorme tolerância à ausência de feedbacks imediatos, além de impor uma severa cobrança de exclusividade, difíceis de suportar por tempo tão longo” (FREITAS, 2006, p. 216).

A elaboração de uma tese segue um “ritual” que engloba diferentes etapas. Passa pela identificação do tema, pela coleta de dados, caminha para a fundamentação teórica e segue para a comunicação e discussão do que se pretende defender. Isso remete ao que Humberto Eco (1977) nos provoca a refletir em sua obra *Como se faz uma tese*: “[...] Fazer uma tese significa, pois, aprender a pôr ordem nas próprias ideias e ordenar os dados: é uma experiência de trabalho metódico; quer dizer, construir um “objeto” que, como princípio, possa também servir os outros.” (ECO, 1977, p. 5). Ferrara, na apresentação desta obra em edição brasileira (1977, XI), explicita que o enfrentamento proposto pelo delineamento de *Como se faz uma tese se traduz como*

[...] uma *alquimia* que se apresenta com a segurança e a dosagem de um receituário. A tese transformada em *objeto* determinado, material e institucionalmente, como um ritual: a escolha de um tema, a seleção das fontes acessíveis enquanto localização e compreensão, algum método na organização e exposição das ideias, o crivo do orientador, a redação inteligível, a apresentação, a defesa e, na melhor hipótese, algum debate. Em suma, um exercício de obviedades.

Contudo, é preciso que no caminho da pesquisa, da escrita e da introspecção provocada por “fazer” a tese, se perceba que este é um exercício obrigatório e único, de coragem e de aprendizado, indissociável na formação de um pesquisador. A importância de uma tese transcende o trabalho de pesquisa, pois “[...] preenche uma função social, a de avançar no conhecimento de um certo assunto” (FREITAS, 2006, p. 216).

O processo da escrita sempre é um desafio, pois exige conhecimento, exercício e persistência. É um momento de “borbulhamento” de ideias que precisam ser estruturadas, adquirindo assim forma e sentido naquilo que se pretende expressar. Conforme Bianchetti (2006, p. 168) “o adensamento, a impregnação de um assunto a ser abordado não se dá por transplante. É uma construção e esta deve ser enquadrada num cronograma [...]”. E assim convive-se com o tempo, que ameaça e impulsiona a prosseguir, mas que também provoca uma distância entre o que foi escrito e o que há por fazer, e neste processo de “[...] distanciamento que possibilita o admirar, o olhar de outro lugar o revisitar com outro olhar, ratificando ou retificando o já escrito” (BIANCHETTI, 2006, p. 168).

E sobre escrever vale relembrar o que Marques (2006, p. 23) aponta:

[...], ao escrever teremos a sensação de estarmos sendo espiados por um sempre possível leitor, intervindo a cada momento desde sua própria mudez. Uma mudez que incomoda provocadora e desafiante. Seria mais tranqüilo ouvir a voz desse interlocutor, perceber como nos está interpretando, o que nos tem a dizer. Ele mudo, porém, se faz muito mais exigente e crítico, porque a mim transfere esses cuidados.

Todavia, a leitura precede à escrita, o que é imprescindível. Escrever a tese perpassa a leitura de muitos autores, interlocutores por excelência, que constituirão o pensamento do pesquisador na produção de sentidos, na interpretação e apropriação do que se lê num movimento de construção e reconstrução. Marques (2006, p. 24) pontua que “[...] os autores das obras, servem também para que os leitores possam ampliar suas leituras e aquilatar meus atrevimentos interpretativos”. E então, afirma que:

O apoio bibliográfico se deve buscar na hora do escrever, para que seja inspiração, ajude a sair dos impasses, a descortinar novos horizontes e caminhos, não em simples cópia, ajuntamento de citações artificialmente arranjadas para ostentar erudição. As leituras de apoio devem ser pontuais e pontuadoras, isto é, devem ocorrer no momento preciso e circunscrever-se ao assunto da conversa, com o destaque do que parecer pertinente ao caso (MARQUES, 2006, p. 24).

Ainda há outros interlocutores nesta tese, aqueles com os quais se pretende conversar; são os sujeitos da pesquisa, que “[...] constituem as práticas dos que vivem experiências e podem dar testemunho do que buscamos entender” (MARQUES, 2006, p. 25). Esse processo de leitura e escrita é solitário, inventivo, exigindo concentração, disciplina, inspiração e teimosia. E é neste delinear de ler, reler, escrever, fluir, construir, desconstruir e reconstruir com e para o outro, que se inicia a presente tese, recorrendo novamente a Marques (2006, p. 26), quando imprime as possíveis interlocuções possibilitadas neste escrito.

O escrever é isso aí: interlocução. Quais os interlocutores nesse ato aparentemente tão pessoal, solitário, reservado, silencioso? Os possíveis leitores que, parecendo tão distantes, já me estão espionando, indiscretos e metidos; os amigos a quem vou mostrando o que escrevo; os muitos autores que vão enriquecendo a listagem de minhas referências bibliográficas; os que estão com a mão na massa das práticas que busco entender. Por fim, porque influencia do por todos os demais, eu, escrevente em diálogo comigo mesmo e ao mesmo tempo primeiro da fila (em vez de ficar tranqüilo em meu canto).

E então, como escrever é o princípio de investigar, sigo adiante [...].

O PROCESSO DA INVESTIGAÇÃO: ESTRUTURA DA TESE

A presente pesquisa tem início com o texto intitulado de **Ato inaugural: o escrever como princípio e o investigar como processo**, apontamentos sobre o escrever a tese e as possibilidades de reflexão que este ato oferece ao pesquisador, num processo reconstrutivo da pesquisa.

A estrutura da tese está organizada em sete partes. A primeira parte considera a problemática e o delineamento da pesquisa, e neste capítulo o problema de pesquisa é caracterizado, explicitando os objetivos geral e específicos.

O título da segunda parte é **Da tecitura da profissão à construção do livro: fios que se cruzaram no tear da experimentação**. Aqui é apresentada e discutida a trajetória de aprendizagem de uma das autoras do livro DC, evidenciando como o livro foi pensado e elaborado e quais as propostas apresentadas para o ensino e aprendizagem da Química e da Biologia. Em sequência, o livro é descrito e analisado, de forma a expor as suas particularidades e limitações. A partir da proposta interdisciplinar e contextualizada da experimentação, são demarcados os entendimentos das autoras em relação a estes termos e à teoria que as fundamenta.

A terceira parte: **Experimentação na Ciência e no Ensino de Ciências** apresenta e discute um cenário onde a experimentação emerge como atividade essencial na produção da ciência, conduzindo sua inserção no contexto escolar. A problematização das questões que envolvem a efetividade da experimentação em sala de aula e a sua real importância também é pensada neste momento.

A quarta parte: **Experimentação e aprendizagem: da dinâmica da construção ao movimento da reconstrução** considera que a experimentação favorece o aprendizado e explicita as abordagens da aprendizagem, dando um enfoque para as atividades de investigação numa perspectiva de resolução de problemas.

A quinta parte pontua os **Procedimentos metodológicos e as interlocuções teóricas da pesquisa**, destacando a metodologia de investigação: estudo de caso e todo o cenário de coleta de dados com alunos e professores.

A sexta parte, intitulada Percepções e compreensões dos alunos quanto à experimentação contextualizada e interdisciplinar **analisa os dados coletados com os alunos em três contextos: A, B e C.**

A sétima parte - **Implicações e limitações do uso da experimentação contextualizada e interdisciplinar no contexto escolar** - exhibe e analisa as compreensões, limitações e implicações desta proposta com professores em sala de aula.

A última abordagem trata-se do **Ensaio reconstrutivo: ponderações e possibilidades**, e expõe as considerações finais discutindo as possibilidades apresentadas a partir da análise dos resultados. Constitui-se de um momento de reconstrução da pesquisa para/no o contexto escolar.

1 A PROBLEMÁTICA E O DELINEAMENTO DA PESQUISA

1.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

A experimentação ainda é motivo de discussões quanto à sua efetividade em sala de aula, em relação ao desenvolvimento dos conceitos científicos, à falta de clareza do papel da experimentação no ensino de Ciências e à necessidade de incorporar a contextualização e a interdisciplinaridade em seu planejamento e execução (HODSON, 1994; GIORDAN, 1999; GALIAZZI *et al.*, 2001; GONÇALVES, 2005; SILVA, MACHADO, TUNES, 2010; LABURÚ, MAMPRIN, SALVADEGO, 2011).

Nesse ínterim, a experimentação no ensino é defendida por professores e estudantes devido ao seu caráter motivador e na aquisição de habilidades de laboratório. E então, este seria o motivo para realização da experimentação? Caamaño (2010) em seu artigo “Los trabajos prácticos em ciencias”, apresenta e discute o porquê de realizar trabalhos práticos e afirma que

Los trabajos prácticos constituyen una de las actividades más importantes en la enseñanza de las ciencias por permitir un multiplicidad de objetivos: la familiarización, observación e interpretación de los fenómenos que son objeto de estudio en las clases de ciencias, el contraste de hipótesis en los procesos de modelización de la ciencia escolar, el aprendizaje Del manejo de instrumentos y técnicas de laboratorio y de campo, la aplicación de estrategias de investigación para la resolución de problemas teóricos y prácticos y, en definitiva, la comprensión procedimental de la ciencia (CAAMAÑO, 2010, p. 95).

Contudo, pesquisadores como Hodson (1989) têm apresentado um conjunto de “interferências” relacionadas ao modo como as atividades experimentais são utilizadas e integradas no ensino e questiona se realmente contribuem para a apropriação do conhecimento a nível conceitual e procedimental. Quanto ao caráter motivador da experimentação, Hodson (1989) discute que esta sentença seria válida se o trabalho prático fosse excitante e interessante, possibilitando que os estudantes investigassem suas proposições e provocassem a curiosidade, no sentido da exploração das ideias, confrontando-as ao problema a ser pesquisado, diferentemente de como geralmente é proposta, com a experimentação para a simples coleta de dados.

Caamaño (1992) defende que além da motivação, outro fator importante deve ser considerado, tendo em vista a experimentação investigativa e o sentimento de confiança na capacidade de resolver o problema durante a realização das investigações práticas.

[...] el carácter motivador de estas actividades y su influencia em la creación de hábitos de trabajo (rigurosidad, espíritu de colaboración, etc.) a valorar el sentimiento de confianza en la capacidad para resolver problemas que genera en los estudiantes la realización de investigaciones prácticas que pueden ser resueltas con éxito (CAAMAÑO, 1992, p. 63).

Em se tratando da aquisição de habilidades de laboratório, Hodson (1989) questiona se tais habilidades têm valor educativo, e advoga que é necessária uma sólida argumentação a favor da escolha crítica daquelas que devem ser ensinadas, além do esclarecimento aos estudantes de que estas habilidades de laboratório são proveitosas para outras atividades. Além desses aspectos, Hodson (1989) apresenta outras críticas quanto ao uso da experimentação, a certeza de que favorece a aprendizagem de conceitos científicos, a promoção do método científico e o desenvolvimento de certas atitudes científicas. E sobre tais aspectos argumenta que os estudantes não podem adquirir novos conceitos através dos experimentos sem que lhes seja apresentado devidamente o suporte teórico. Dessa forma, as considerações teóricas devem preceder a investigação experimental.

Também salienta que existe uma crença de que os estudantes poderiam se interessar pelas atividades dos cientistas a partir da adoção dos procedimentos utilizados por eles, o que caracterizaria atitudes científicas. Ainda conclui que a forma com que os trabalhos práticos são desenvolvidos e conduzidos pelos professores pode apresentar resultados positivos e efetivos na aprendizagem de conceitos científicos, na compreensão da natureza da ciência e na aquisição de atitudes científicas. Isto nos provoca a pensar sobre a importância do planejamento das atividades experimentais e o tipo de experimentação que o professor utilizará em suas aulas. Caamaño (2010) explicita a importância de o professor ter clareza de que a efetividade da aprendizagem através dos trabalhos práticos depende dos objetivos a serem alcançados, e estes dependem da concepção de ciência e de como se aprende ciências. Galiuzzi e Gonçalves (2004, p. 327) reiteram que é importante considerar no planejamento “[...] a possibilidade de enriquecer o

conhecimento sobre a natureza da ciência, pois esse conhecimento influencia a aprendizagem dos estudantes na atividade experimental”.

E então vale considerar a forma como a experimentação é desenvolvida em sala de aula com o intuito de propiciar o aprendizado dos estudantes. Hodson (1989) salienta que a forma impensada com que os professores têm utilizado o trabalho prático tem gerado insatisfação, no sentido de solucionar os problemas de aprendizagem. Faz-se necessário refletir sobre como abordar a experimentação considerando o ensino e aprendizagem de conceitos científicos.

Caamaño (1992), relaciona os trabalhos práticos¹ com diversos modelos didáticos. Atentando para a forma como a experimentação é abordada nas salas de aula, o autor designa a expressão paradigma para cada uma das abordagens. Primeiramente o **Paradigma do ensino por transmissão**², identificado tradicionalmente pelos trabalhos práticos utilizados para desenvolver habilidades como: manipulação de aparatos, técnicas de laboratório, ilustração e comprovação de leis científicas.

O **Paradigma do descobrimento orientado** é influenciado pela visão difundida nos anos 70 em que os trabalhos práticos consistiam em atividades de descobrimento de conceitos e leis mediante ao uso dos processos das ciências orientados pelo professor. Também existe uma concepção mais autônoma, em que se colocava ênfase nas conclusões dos conceitos que se pretendia alcançar no próprio processo de investigação, o **Paradigma do descobrimento autônomo**.

Em outra concepção, os trabalhos práticos são considerados como atividades direcionadas para o aprendizado sobre os processos da ciência (observação, elaboração de hipóteses e realização de investigação, isto é, o método científico) independentemente dos conteúdos conceituais concretos sobre os quais se trabalhava, qual seja, o **Paradigma dos processos da ciência**. A partir da concepção construtivista de ensino e aprendizagem das ciências ocorreram mudanças na abordagem da experimentação, valorizando o conhecimento prévio dos estudantes e a construção dos conceitos num processo de interação de idéias, constituindo o **Paradigma de investigações com finalidades teóricas**.

¹Trabalho prático para este autor é classificado em: ilustrativos, informativos, investigativos, uso de habilidades básicas e atividades de observação.

²A expressão foi grifada para destacar cada uma das concepções apresentadas por Caamaño (1992).

Tomando como base a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, os trabalhos práticos receberam um novo olhar frente à aquisição de habilidades práticas, com vista à resolução de problemas práticos, caracterizando o **Paradigma de investigação unido à resolução de problemas práticos**. Os diversos paradigmas apresentados por Caamaño (1992) enfatizam a influência dos modelos didáticos nas abordagens da experimentação, evidenciando a importância de o professor ter clareza no tipo de experimentação que pretende realizar, evitando a predominância de um deles. E então, Caamaño (1992, p. 1) explicita que

Se defiende la necesidad de disponer de un esquema integrador de los diferentes tipos de trabajo práctico, resituando muchas de sus funciones en una perspectiva constructivista y comprensiva del aprendizaje. [...] se considera que una concepción equilibrada de la enseñanza de las ciencias requiere un uso diversificado de los diferentes trabajos prácticos tipificados, lo cual significa, teniendo en cuenta la situación de la que partimos, aumentar el trabajo investigativo en las programaciones de los cursos de ciencias.

Sabe-se que na formação inicial dos professores é muito incipiente a abordagem da experimentação no ensino, e geralmente a ênfase está na aplicação do método científico e na racionalidade científica, favorecendo assim a visão simplista de que a experimentação por si só possibilitaria comprovar as teorias científicas.

Acredita-se que a experimentação tem papel importante na aprendizagem, desde que concebida com o propósito de favorecer o diálogo em sala de aula e a contextualização dos conteúdos. Galiuzzi; Gonçalves (2004) apresentam no artigo “A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na Licenciatura em Química”, as características positivas a serem incorporadas no desenvolvimento das atividades experimentais, “como a inserção do diálogo em sala de aula como modo de favorecer a explicitação do conhecimento e construção de argumentos validados no grupo na interlocução teórica e prática” (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004, p. 331).

De fato, o diálogo que acontece no grupo que está realizando os experimentos proporciona a exposição das ideias de cada participante na busca por explicações para os resultados obtidos e propicia a construção de argumentos, contribuindo para a autonomia e para a socialização das teorias pessoais.

Algo significativo a considerar sobre a experimentação é o que Galiuzzi; Gonçalves (2004) explicitam, ou seja, o fato das atividades experimentais serem

instrumentos do discurso das ciências, permitindo a enculturação dos estudantes e professores, à medida que

[...] possam aprender não só as teorias das Ciências, entre eles a Química, mas também como se constrói o conhecimento científico em um processo de questionamento, discussão de argumentos e validação desses argumentos por meio do diálogo oral e escrito, com uma comunidade argumentativa que começa na sala de aula, mas a transcende (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004, p. 331).

Acredita-se que a discussão e a problematização deste tema através da análise do livro **Dialogando Ciência entre sabores, odores e aromas: contextualizando alimentos química e biologicamente**, possibilitará entendimentos sobre o papel da experimentação contextualizada e dialogada entre as duas ciências: Química e Biologia, permitindo assim, sua melhoria e qualificação.

Assim, dentre as questões a serem investigadas nesta pesquisa destacam-se àquelas relacionadas: **como os alunos de Ensino Fundamental (9º ano) e Médio, percebem e compreendem a proposta da experimentação contextualizada e interdisciplinar? Quais as impressões e as implicações possibilitadas em sala de aula por meio da experimentação contextualizada e interdisciplinar por parte dos professores de Química e Biologia?**

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Evidenciar a experimentação contextualizada e interdisciplinar proposta no livro **Dialogando Ciência entre sabores, odores e aromas: contextualizando os alimentos química e biologicamente**, no contexto da escola, considerando o aluno como sujeito e o professor como agente desse processo.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Apresentar a trajetória de aprendizagem de uma das autoras do livro DC, evidenciando os principais aspectos que a constituíram como professora e que “movimentaram” a experimentação no ensino, como uma das estratégias para o aprendizado do aluno.

- Descrever e classificar os experimentos do livro DC, considerando a sua estrutura, potencialidades e limitações.
- Analisar os experimentos do livro DC, conforme categorização de Caamaño (2011).
- Apresentar e discutir os entendimentos sobre a experimentação contextualizada e interdisciplinar, explicitando a fundamentação teórica que permitiu esta discussão.
- Apresentar o cenário em que a experimentação se constituiu na Ciência e no Ensino de Ciências.
- Discutir as percepções/compreensões dos alunos quanto à realização dos experimentos e as implicações no aprendizado;
- Apresentar as impressões e as implicações possibilitadas em sala de aula por meio da experimentação contextualizada e interdisciplinar por parte dos professores de Química e Biologia, buscando novas facetas no cenário deste tipo de experimentação em sala de aula.

2 DA TECITURA DA PROFISSÃO À CONSTRUÇÃO DO LIVRO: FIOS QUE SE CRUZARAM NO TEAR DA EXPERIMENTAÇÃO

Na tecelagem artesanal duas estruturas são essenciais: a trama e a urdidura. Primeiramente o futuro tecido é armado com os fios, que posicionados longitudinalmente, formam a urdidura. Ao longo do tear, quando as linhas são dispostas transversalmente formam-se as tramas. Estas transitam livres entre os fios da urdidura através de uma agulha, formando o tecido, que adquire sua forma seguindo a criatividade do tecelão. A urdidura é a base, e proporciona a criatividade da trama delineando e caracterizando a autoria das imagens concebidas pelo artesão.

Na tecitura deste capítulo, a urdidura representa aquilo que sustenta, que atua como um princípio básico na formação do professor pesquisador e autor, é o “ser docente”. A trama é o ato de fazer, e está liberta para a percepção da direção em que os fios são enovelados, mas firme naquilo que a constitui: as ideias, as leituras, as discussões, as parceiras, os encontros e desencontros, os estudos, as crenças e a paixão que impulsiona o fazer docente.

A trama e a urdidura estão entrelaçadas e juntas se convergem; separadas não têm estrutura definida. Assim também se caracteriza a interdependência no tear da docência, aquilo que a sustenta, que é a sua essência, com o fazer docente que aparece, vislumbrando as possibilidades de criação e recriação.

Desta forma, é assim que apresento este primeiro capítulo, que tem como eixo sustentador a constituição da professora e uma das autoras do livro, que será analisado e discutido como produção na/pela experiência, como aquilo que nos passa, que nos acontece (BONDIA, 2002). A tecitura apresentada elucida a trajetória de aprendizagem de uma das autoras e os caminhos percorridos para a construção do livro *Dialogando Ciência entre sabores, odores e aromas: contextualizado os alimentos química e biologicamente* e sua análise por meio da categorização de Caamaño (2011).

2.1 TRAJETÓRIAS DE APRENDIZAGEM: DOCÊNCIA E AUTORIA

As primeiras linhas desta tese constituem-se pelas primeiras experiências que envolvem experimentar, sentir, testar e experienciar. É uma caminhada que se desenhou a partir do outro, do diálogo com pares, da parceira que foi sendo construída com os alunos e que no decorrer desta trajetória foi me constituindo professora.

A experiência nos ensina, nos modifica, e então nos remete ao que Bondia (2002, p. 126 -127) apresenta:

Se a experiência é o que nos acontece, e se o sujeito da experiência é um território de passagem, então a experiência é uma paixão. Não se pode captar a experiência a partir de uma lógica de ação, a partir uma reflexão do sujeito sobre si mesmo enquanto o sujeito agente, a partir de uma teoria das condições de possibilidade da ação, mas a partir de uma lógica da paixão, uma reflexão do sujeito sobre si mesmo enquanto sujeito passional. [...] “Paixão” pode referir-se também a uma carta heteronímia, ou a uma certa responsabilidade em relação ao outro que, no entanto, não é incomparável com a liberdade ou a autonomia. [...] A paixão funda, sobretudo, uma liberdade dependente, determinada, vinculada, obrigada, inclusa, fundada não nela mesma, mas numa aceitação primeira de algo que está fora de mim, de algo que não sou eu e que por isso, justamente, é capaz de me apaixonar.

Esta paixão que motiva e impulsiona é que nos encoraja a continuar no trilho, pois “[...] sem o outro e sem paixão, não se aprende e não se atua de forma humana e construtiva, profissional e pessoalmente falando” (SCHNETZLER, 2012, p. 93). Ainda Cunha (1999) enfatiza que “as pesquisas, sabe-se, têm histórias e, não raro, elas se vinculam às histórias de seus pesquisadores, muitos dos quais têm testemunhado em suas obras como os objetos escolhidos para estudo estão ligados e se construíram a partir das próprias trajetórias pessoais” (CUNHA, 1999, p. 17).

Dessa forma, com o outro, com a paixão e com as experiências inicio esta pesquisa que apresenta um pouco da constituição da professora e também uma das autoras do livro, resgatando o que as escolhas possibilitaram: o caminho da docência. Certamente encontraremos neste caminho as palavras, as leituras, as conversas, os sonhos, as parcerias, os encontros, as aprendizagens e as ensinagens, e encontraremos as aproximações com o objeto de pesquisa, enquanto se recolhem as memórias que nos aproximam e nos distanciam do que nos constitui.

O começo de tudo se dá no antigo 2º grau (1983-1985) enquanto aluna, e na identificação com a área científica, especificamente com a química. Eram tempos em que o professor apresentava em suas aulas todas as informações presentes na apostila, minuciosamente explanadas e exercitadas. O aprender era no sentido de “[...] repetir coisas isoladas, sem compromisso de testar um pensamento coerente e fundamentado em um sistema de conceitos minimamente organizado é relativamente fácil, mais ainda se isso se dá com base em treinamento com exercícios que se repetem” (MALDANER, 2014, p. 17).

O livro didático era algo que se almejava adquirir, pela percepção de que encontraríamos nele mais detalhes do conhecimento científico que buscávamos. Assim, comecei a perseguir um objetivo: a aquisição do livro Química Geral de Ricardo Feltre e Setsuo Yoshinaga. No prefácio do livro, Feltre; Yoshinaga (1974) sugerem

É preciso que o estudante comece a notar que a química não se resume em só decorar fórmulas e manipular reagentes em laboratório. Ela é uma ciência, que a cada instante também vai audaciosamente aumentando os limites do conhecimento humano. Mas como? Através de observações que cientificamente interpretadas fazem brotar novas teorias, que associadas aos trabalhos de laboratórios dão frutos atingindo-nos diretamente na vida cotidiana, trazendo-nos maior conforto (FELTRE; YOSHINAGA (1974, p. 1).

Nota-se que neste trecho os autores destacam “[...] a química não se resume em só decorar fórmulas e manipular reagentes em laboratório”; ainda discutimos essas premissas, como bem conclama Schnetzler (2014, p. 229) “novas e velhas constatações”. E neste contexto Maldaner (2014) reafirma: “o conhecimento da escola é outro, é aquele que organiza as informações, questiona os fenômenos, exercita a crítica, reconstrói conhecimentos, produz aprendizagem e desenvolve a inteligência das pessoas” (MALDANER 2014, p. 34).

Feltre; Yoshinaga (1974) enfatizam o método científico e a influência da ciência em nossa vida cotidiana. Esta concepção de ensino enunciada na década de 1970 ainda está presente em nossos dias, “[...] com essa postura empirista-indutivista, como consequência lógica, crê no ensino e na aprendizagem por redescoberta e espera que os alunos relatem as observações segundo as teorias já existentes e se frustra quando isso não acontece” (MALDANER, 2000, p. 58). Observando o conteúdo do livro se percebe um texto explicativo, sem interação com os alunos, descontextualizado e com exercícios que privilegiavam as questões dos

vestibulares; este era o livro mais “famoso” na época. Com o decorrer das vivências como aluna e docente, a minha relação pessoal com o livro também foi sendo construída e reconstruída, partindo de vários referenciais teóricos.

Mas “[...] a Química como conhecimento só começa a existir quando alguém a conhece. [...] o que move o ser humano é a necessidade” (MALDANER, 2014, p. 117-118). E é desta forma que a química começou a se fazer presente no cotidiano, quando se tentava entender o que existia ao redor, na compreensão das bulas de medicamentos e na frequente identificação dos itens domésticos conforme a nomenclatura científica, o sal comum era o cloreto de sódio, o açúcar a sacarose, o vinagre o ácido etanoico, acetona a propanona, entre outras. Desvendar os diversos capítulos da apostila que assinalavam conteúdos específicos e densos da Química, extensas listas de exercícios, memorização de fórmulas e regras de nomenclatura era algo que não nos incomodava. Afinal, não se conhecia outra forma de aprendizagem que exigisse outras habilidades cognitivas, e a concepção de um bom aluno estava centrada na facilidade de memorização e apresentação das ideias idênticas às da apostila no momento da prova.

E é neste cenário que a Química se tornava apaixonante, principalmente pelas aulas experimentais que ocorriam eventualmente. No laboratório do colégio realizavam-se poucos experimentos, mas que ficavam marcados na memória, como os fogos de artifício testados à noite. Os poucos experimentos realizados tinham a perspectiva demonstrativa, onde o professor faz o experimento e os alunos passivamente assistem, desconsiderando o diálogo e a interação dos pares.

Esse tipo de atividade experimental pauta-se na ideia de que o cientista produz a teoria e que o aluno a assimila, não interessando dialogar em sala de aula com diferentes conhecimentos, incluindo aí os conhecimentos dos alunos para interpretar o fenômeno (GALIAZZI *et al.*, 2007, p. 380).

Estudei no Colégio Salesiano Dom Bosco, em Rio do Sul/SC, uma instituição da rede privada. Naquela época o ensino público que oferecia o 2º grau era somente noturno, e após ter cursado o 1º grau em escola pública cursei o 2º grau no ensino privado.

As poucas aulas experimentais foram fundamentais para a escolha da Química como futura profissão ou áreas afins. Dessa forma, o caminho que vislumbrei no futuro era trabalhar nesta área. Assim, segui uma trajetória que me conduziu a Ijuí/RS. Na UNIJUÍ o desafio de se pensar a química era focado na sala

de aula e não na indústria. No transcorrer do curso foram proporcionadas leituras, discussões e reflexões sobre a importância da docência. O primeiro trabalho proporcionou as primeiras experiências como docente em uma escola de educação básica, não na área das Ciências, mas como contadora de histórias. Esta escola proporcionou as vivências e a dinâmica do contexto escolar. Como explicita Maldaner (2000, p. 59) “[...] os professores também são produto da sociedade e do meio e se não forem confrontados com as questões de produção científica, nos seus cursos de formação específica, tenderão a repetir e a reforçar as mesmas crenças e dogmas sobre a ciência”.

Antes mesmo de ensinarem, os futuros professores vivem nas salas de aula e nas escolas – e, portanto, em seu futuro local de trabalho. [...] ora, tal imersão é necessariamente formadora, pois leva os futuros professores a adquirirem crenças, representações e certezas sobre a prática do ofício de professor, bem como sobre o que é ser aluno. Em suma, antes mesmo de começarem a ensinar oficialmente, os professores já sabem, de muitas maneiras, o que é o ensino por causa de toda a sua história escolar anterior. Além disso, muitas pesquisas mostram que esse saber herdado da experiência escolar anterior é muito forte, que ele persiste através do tempo e que a formação universitária não consegue transformá-lo nem muito menos abalá-lo (TARDIF, 2012, p. 20).

É neste contexto de experiências e vivências que a experimentação teve um novo significado na formação inicial, diferente do deslumbramento no 2º grau. Nas aulas de Química Geral os experimentos eram realizados buscando as aprendizagens de conceitos químicos, o material utilizado era **Química 1: construção de conceitos fundamentais** de Otávio Aloisio Maldaner. A proposta destas aulas práticas era diferenciada, pois proporcionava a elaboração de hipóteses, diálogo, discussão e a construção de conceitos fundamentais da química. Na apresentação deste livro Maldaner (1992) explicita que o objetivo principal é “[...] colocar os alunos iniciantes diante de fatos químicos organizados didaticamente para observarem e perceberem a *transformação química* e com isso aprenderem a operar os equipamentos mais comuns em uma sala de aula [...]” (MALDANER, 1992, p. 7).

A Editora da Universidade de Ijuí – RS teve papel importante e ainda hoje se destaca na publicação de livros relacionados de Química e de Ciências. No que se refere à produção de livros didáticos de Química ficaram conhecidos, no país: [...] (ii) os livros direcionados para o Ensino Médio, Química 1 – Construção de Conceitos Fundamentais (Maldaner, 1992) e Química 2 – Consolidação de Conceitos Fundamentais (Maldaner, Zambiasi, 1992). Estes dois últimos livros citados são frutos de roteiros “de aulas práticas e de introdução a teoria e modelos em Química” [...] (MACHADO, MÓL; ZANON, 2012, p. 32-3).

Esta vivência vislumbrou uma nova forma de abordagem experimental e a crença de que a experimentação pode ser uma ferramenta didática muito importante na construção dos conceitos químicos, principalmente no sentido de aprender a ouvir o que o aluno tem a dizer sobre o que observa, suas ideias, hipóteses e explicações.

A atividade experimental na sala de aula, para se constituir ferramenta pedagógica efetiva de aprendizagem do discurso químico, exige a atenção do professor ao pensamento do aluno, bem como ao que ele próprio pensa e se manifesta no contexto em que a atividade está inserida (GALIAZZI *et al.*, 2007, p. 384).

Assim se delinea o objetivo que desenhei nessa trajetória: ser uma professora que proporcionasse a aprendizagem dos conceitos fundamentais da química e não uma repassadora de definições. Algo importante nesse processo foram os EDEQs – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química. A participação nestes eventos pode ser comparada às “sessões de terapia”, onde as palestras, minicursos, debates, apresentação de trabalhos e o compartilhar com colegas da área provocaram reflexões e leituras para uma renovação das ideias, das concepções de ensino, aprendizagem, ciência e de temas relevantes para a docência, e também da necessidade de qualificação, a busca pela pós-graduação. “Todos esses eventos foram fundamentais para a consolidação e fortalecimento da área de Ensino de Química e ainda hoje representam um importante papel na difusão de trabalhos e no contato com pesquisadores [...]” (MÓL, 2012, p. 16).

A pós-graduação *lato sensu* surgiu juntamente com o início da docência na área das Ciências. Inicialmente atuei como professora no ensino de Ciências no Ensino Fundamental Final e depois no Ensino de Química no Ensino Médio. Contudo, um verdadeiro desafio se materializava: conciliar trabalho e pesquisa, uma realidade para muitos docentes que não tem a oportunidade de ter uma licença integral. Porém, as circunstâncias eram essas e o tempo não deveria ser desperdiçado. Depois de alguns anos o mestrado também se tornou realidade; na área da Educação e Cultura e as leituras foram mais “densas”: filosofia, sociologia, psicologia e pedagogia, que aos poucos foram constituindo o ato de ser professora, com reflexos na sala de aula e principalmente no comprometimento com a educação em Química.

Novas abordagens para o ensino de Química eram pensadas, planejadas e executadas. A parceria com outras áreas do conhecimento foi se consolidando e o

processo de desconstrução do ser professor foi prosseguindo, e as possibilidades que a sala de aula proporcionava foram percebidas e refletidas. Nessa trajetória fui me constituindo professora, tomei como verdade o que Benachio (2011, p. 13) apresenta com relação à formação continuada como o espaço constitutivo da mudança: “[...] nesse espaço emergem diferentes situações que envolvem o *ser professor*, as relações professor-aluno na sala de aula, os conteúdos que ministra e a responsabilidade social que assume como docente”.

A experimentação no ensino sempre fez parte dos planejamentos das aulas e a busca por novas abordagens também, e mesmo que as turmas fossem numerosas o experimento acontecia. As vivências proporcionadas pela experimentação sempre foram positivas e desafiadoras. Nesse ínterim, se busca e se acredita numa experimentação que viabilize o envolvimento do aluno com a aula. “[...] um envolvimento intelectual, desafiador, dialogizante e motivador. [...] fundamental para o processo de apropriação e/ou construção de sua autonomia” (SHIMAMOTO, 2008, p. 109).

A escrita surge com a monografia e com a dissertação, e foi fortalecida pela necessidade de inscrever trabalhos em eventos e registrar o fazer da sala de aula. Assim surgiram projetos, textos e livros. Na sequência, surge a biblioteca e o prazer em ler e escrever. Nesse viés de busca é que se desenha um novo caminho: a formação de professores, com a oportunidade de trabalhar em um Curso de Licenciatura em Química, sendo esta uma realidade vivenciada e experienciada.

Assim, como professora e autora fui me construindo através de autores, leituras, discussões, parcerias, estudo, compromissos e desafios. Nesse sentido, Cunha (1999) provoca a continuar:

Privilegiar abordagens interdisciplinares, ter a imaginação como limite, extrair do aparentemente estranho alguma pertinência tem lá sua dose de risco. Agora, já feita a escolha, só me resta prosseguir vestindo essas ideias com palavras e tentando unir, no texto, a leveza dionisíaca com o rigor apolíneo e assim, continuar o trabalho para além da aventura do começo (CUNHA, 1999, p. 22).

2.2 CAMINHOS QUE SE ENTRECruzARAM: COMPROMETIMENTO E PARCERIA

Os caminhos trilhados para chegar ao objeto desta pesquisa iniciaram na parceria e na cumplicidade de duas professoras de Educação Básica. As trajetórias

dessas duas professoras se cruzaram no ano de 2005, e a partir desse encontro muitas conversas e vivências foram compartilhadas, assumindo o compromisso por uma prática da sala de aula por meio de muitas leituras, constituídas por autores das áreas da Química e da Biologia.

Neste percurso de experiências, essas professoras se permitiram pensar as suas aulas de forma conjunta, e em muitas ocasiões a Química e a Biologia, não eram mais vistas separadamente pelos alunos, mas complementares. “A Química e a Biologia, áreas tratadas durante muito tempo e por muitos como opostos contraditórios, hoje apresentadas por nós como sobremesas, opostos complementares que se evidenciaram no desenrolar do diálogo apresentado” (LUCA; SANTOS, 2010, p. 183).

Assim surge o químico/biológico, o diálogo entre sabores, odores e aromas contextualizando os alimentos química e biologicamente. O diálogo da Química com a Biologia sempre se iniciava com o sabor, o odor e o aroma de uma xícara de café, e o *continuum* se dava por meio de muitas leituras e escritas nos sábados e domingos à tarde.

A experimentação foi pensada e planejada mediante as vivências dessas professoras, que sonharam juntas esta abordagem experimental e que foi materializada pela Editora Livraria da Física, que apostou nessa ideia. Os diálogos iniciados no ano de 2005 foram sendo fundamentados e “regados” por muitos eventos científicos da área da Química e da Biologia.

Os temas abordados em cada capítulo sugerem reflexões qualificadas de nossos fazeres e entendimentos sobre a alimentação. Estão organizados a partir de abordagens teóricas, testadas experimentalmente, discutidas e aprofundadas, com a participação especial de pesquisadores, cientistas, [...] cozinheiros que afinam-se na arte da “cozinha” (LUCA; SANTOS, 2010, p. 17).

Na elaboração do livro *Dialogando Ciência entre sabores, odores e aromas: contextualizando os alimentos química e biologicamente*, alguns conceitos foram necessários, entre eles: cotidiano, contextualização, interdisciplinaridade e experimentação. O convite para a realização dos experimentos feito aos professores e alunos, e contemplava atitudes que privilegiavam competências e habilidades necessárias para desenvolver a iniciação científica e a aprendizagem no ensino de Ciências. “Os experimentos despertam nossos sentidos, constituindo uma via envolvente para a construção dos conceitos envolvidos. Não se prive de realizá-los...

observe, imagine, elabore hipóteses, registre, vivencie cada um deles” (LUCA; SANTOS, 2010, p. 17).

Foram pensadas também leituras adicionais, aprofundadas por autores diversos e pesquisadores, considerando a perspectiva de “[...] que ler e escrever estão além dos muros da escola”, “[...] que os objetos de leitura e escrita estão presentes nas atividades cotidianas” (LUCA; SANTOS, 2010, p. 19). A seção “*Aprofunde seus conhecimentos...*” apresentada no livro tem a função de fomentar leituras e discussões.

Nossas hipóteses podem ser extrapoladas e nossos conceitos (re) elaborados e ampliados à medida que degustamos as fontes sugeridas, nos quadros do “*Aprofunde seus conhecimentos...*”. A partir dos trechos apresentados, fica o convite para saborear as obras completas, assim como buscar novos sabores, odores e aromas (LUCA; SANTOS, 2010, p. 17).

A aplicação da proposta experimental do livro *Dialogando Ciência entre sabores, odores e aromas: contextualizando alimentos química e biologicamente* é importante no sentido da percepção e dos entendimentos sobre o papel da experimentação contextualizada e dialogada entre as duas ciências: Química e Biologia, para que a partir dessa pesquisa, se possa melhorar e qualificar esta proposta.

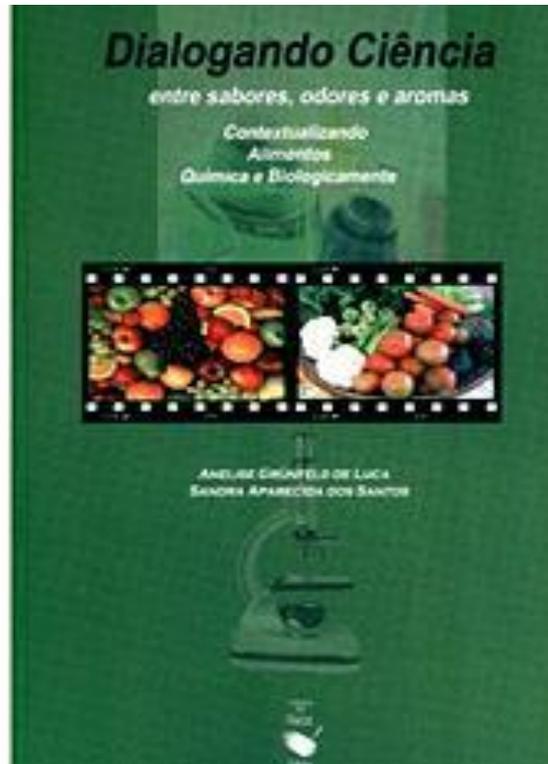
2.3 PARCERIA E COMPROMETIMENTO: ENTRE PENSAMENTO E REALIDADE

A experimentação evidenciada pelas autoras do livro *Dialogando Ciência entre sabores, odores e aromas: contextualizando os alimentos química e biologicamente* (DC), é considerada interdisciplinar e contextualizada. É neste sentido que acredito no que é explicitado por Fazenda (2011, p. 17), que apresenta a ideia de que em um “projeto interdisciplinar não se ensina, nem se aprende: vive-se, exerce-se”. A responsabilidade individual e o envolvimento são marcas do projeto interdisciplinar, havendo o envolvimento no projeto em si, com as pessoas e instituições a ele pertencentes (FAZENDA, 2011).

A partir dessa premissa foi que pensamos e estruturamos o livro DC. Propusemos uma obra que pretende uma experimentação voltada a um contexto real e de vivência do aluno, no caso os alimentos, buscando explorar de forma

ampla e dialogada entre diferentes áreas do saber, especificamente a Química e a Biologia.

FIGURA 1 – Capa do livro Dialogando Ciência entre sabores, odores e aromas: contextualizando os alimentos química e biologicamente



Fonte: Das autoras

A proposta trata-se de um novo olhar sobre as atividades experimentais, proporcionando, como bem explicita Silva *et al.* (2010, p. 245) “[...] uma visão mais ampla dos fenômenos, revelando a complexidade da vida moderna e possibilitando a diversidade de abordagens. Esses novos contextos podem também promover uma mudança do papel da escola para sociedade”.

É salutar a apresentação do livro, explicitando a sua estrutura, seus experimentos, suas potencialidades e limitações, além da demarcação dos entendimentos sobre a experimentação interdisciplinar contextualizada por parte das autoras, objetivando enxergar o que move e impulsiona a sua aplicação no contexto da escola.

2.3.1 Esqueleto sustentador: a estrutura da proposta experimental

A proposta experimental do livro DC está estruturada em doze capítulos, apresentados no sumário - quadro 1.

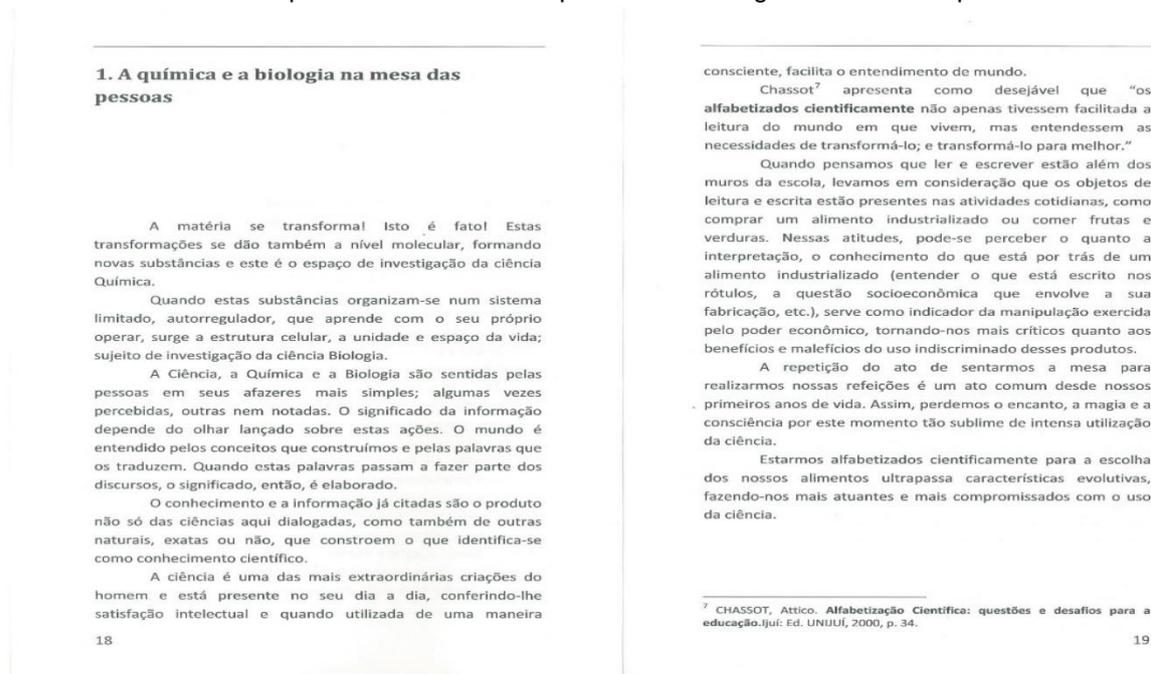
QUADRO 1 – Sumário do livro do DC

Sumário
Destinatário: aos deliciadores desta obra
1. A química e a biologia na mesa das pessoas
2. Degustando a química e a biologia no ensino médio
3. A cozinha, (e) um verdadeiro laboratório
4. Comer! Um fazer do vivo
5. Alimentos: uma questão química, biológica, social, cultural e de cozinha
6. Alimentação e sociedade – uma pitada de história
7. Os alimentos no sabor legal: legislação vigente
8. Ingredientes (propriedades) dos materiais
8.1 Sentindo os alimentos: propriedades organolépticas
8.2 Caracterizando os alimentos física e quimicamente
9. Preparando alimentos: sistema material
9.1 Substâncias e misturas
9.2 Dispersões: soluções, coloides e suspensão
10. Composição química e ação biológica dos alimentos
10.1 Lipídios
10.2 Carboidratos
10.3 Proteínas
10.4 Vitaminas
10.5 Sais minerais
10.6 Leite: primeira mistura que nos alimenta
11. Selecionando alimentos...
11.1 Naturais
11.2 Elaborados
11.2.1 Industrializados
11.2.2 Artesanais
12. Cardápios e energia
12.1 O ato de comer... Digestão celular e sistêmica
12.2 A indigestão... Os distúrbios alimentares
13. E para encerrar... A sobremesa
14. Fontes degustadas

Fonte: Das autoras

Na intenção de evidenciar como está estruturado cada capítulo do livro, no decorrer do texto o conteúdo de cada tema abordado será apresentado nas figuras. O diálogo e a reflexão das áreas da Química e da Biologia são contemplados desde o primeiro capítulo, intitulado **A química e a biologia na mesa das pessoas**, onde enfatizamos a alfabetização científica como abordagem na tomada de decisão. Os leitores são convidados a refletir sobre a importância da leitura e da escrita para a alfabetização científica, remetendo ao que Chassot (2000, p. 34) apresenta como desejável que “[...] os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada a leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo; e transformá-lo para melhor”.

FIGURA 2 – Primeiro capítulo do livro DC – A química e a biologia na mesa das pessoas



Fonte: Livro DC

Em seguida, ***Degustando a química e a biologia no ensino médio*** tem a intenção de discutir como essas áreas de ensino são importantes e necessitam de novas metodologias de abordagem. Além disso, é essencial considerar o aluno como possuidor de conhecimentos no processo de ensino e aprendizagem, priorizando a contextualização no sentido de proporcionar o que Demo (1998, p. 17) ressalta: “[...] o que se aprende na escola deve aparecer na vida”.

Propusemos a exploração do tema *Os alimentos e a nutrição* “por fazer parte do cotidiano de todas as pessoas, revelando-se um riquíssimo contexto de

investigação, de elaboração conceitual, de fazer e usar a ciência” (LUCA; SANTOS 2010, p. 23).

FIGURA 3 – Capítulo 2 – Degustando a química e a biologia o ensino médio

2. Degustando a química e a biologia no ensino médio

O conceito de Química e Biologia estão relacionados, a nosso ver, com a vida. Certamente tal afirmação tem algum fundamento, pois entre professores destas áreas é comum o uso da seguinte expressão: “A Química e a Biologia estão em tudo que nos rodeia”. Mas se isto de fato é verdade, por que então, muitas vezes nos deparamos com pessoas que não conseguem relacionar estas ciências com a sua própria vida? Além disso, será que o ensino das mesmas é necessário para a compreensão do nosso cotidiano? Estas e outras questões estão sendo motivo de discussões nas últimas décadas.

Pesquisas e contextualizações vêm sendo aplicadas nas áreas citadas, porém, ainda nos deparamos com um ensino afastado da realidade do aluno. O currículo é conteudista, o conhecimento essencialmente acadêmico e a metodologia enfatizam memorizações de fórmulas, conceitos, classificações, regras e cálculos repetitivos voltados a futuros concursos que participarão. Como muito bem observa Schnetzler e Aragão⁸, o ensino das ciências ainda hoje continua sendo:

⁸ SCHNETZLER, Roseli P., ARAGÃO, Rosália M. R. **Importância, Sentido e Contribuições de Pesquisa para o Ensino de Química**. Revista Química Nova na Escola, pesquisa n.1, São Paulo: SBQ, 1995, p.27.
20

“Uma prática de ensino encaminhada quase exclusivamente para retenção, por parte do aluno, de enormes quantidades de informações passivas, com o propósito que estas sejam memorizadas, evocadas e devolvidas nos termos em que foram apresentadas na hora dos exames, através de provas, testes, exercícios mecânicos repetitivos...”

Esse ensino de Química e Biologia tratados de forma repetitiva, descontextualizada e limitada, além de não motivar os professores a buscarem novos conhecimentos e novas alternativas para a sala de aula, tornam-se cada vez mais desarticulados face à continuidade de isolamento da escola com a vida cotidiana do aluno. Há, sem dúvida, a necessidade de superarmos esse rompimento do atual ensino de Química e Biologia com a vida do aluno e, também, um ensino dessas ciências com base na sustentação de programas dos exames que prestarão.

O aluno precisa sentir a importância, a necessidade e a utilidade de aprender Química e Biologia como algo que está inserido na sua vida, que lhe desperte a vontade de aprender. Segundo Demo⁹, “(...) o que se aprende na escola deve aparecer na vida”. Urge, então, que a escola supere a fragmentação entre ensino e vida e que busque oferecer ao aluno uma formação mais significativa e coerente com as necessidades do seu dia a dia.

⁹ DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. Campinas: Autores Associados, 1998, p.17.
21

Fonte: livro DC

O laboratório tem lugar especial na proposta **A cozinha, (e) um verdadeiro laboratório**, sendo que “a cozinha em si é um espaço de experimentações, onde podemos sentir, cheirar, saborear [...]; e de relações, onde resgatamos gerações passadas através de receitas históricas e culturais [...]” (LUCA; SANTOS 2010, p. 24). Contudo, “o local onde se realiza o experimento tem que ser específico, pois exige algumas condições especiais como espaço adequado [...] e materiais condizentes com a experimentação, [...]” (LUCA; SANTOS 2010, p. 25).

É com este objetivo que são apresentados os materiais necessários para se pensar um lugar para as experimentações. O assunto pode até mesmo ser discutido em uma cozinha, onde se preparam os alimentos. Tivemos o cuidado de sugerir materiais alternativos, caso a escola não tenha laboratório e os devidos equipamentos – Figura 4.

FIGURA 4 – Capítulo 3 – A cozinha, (e) um verdadeiro laboratório.

3. A cozinha, (e) um verdadeiro laboratório

"Comer costumava ser simples. Contudo que a comida fosse gostosa, parecesse razoavelmente apetecível e fosse abundante, estávamos satisfeitos. Mas depois a ciência entrou em cena, e de repente sentar-se a mesa tomou-se uma experiência de laboratório—e, aliás, das mais desnorteadas."¹²

As ciências, em especial a Química e a Biologia, necessitam de um espaço de experimentação: água, fonte de calor, um balcão, vidrarias e equipamentos específicos que proporcionarão o encantamento, no agir e reagir, no conhecer dos materiais, na transformação das substâncias e no "papel mágico" de se fazer ciência.

A cozinha em si é um espaço de experimentações, onde podemos sentir, cheirar, saborear... bem como poderia afirmar um gourmet; e de relações, onde resgatamos gerações passadas através de receitas históricas e culturais, como poderiam confirmar nossas avós.

¹² SCHWARCZ, Joseph A. *Uma maçã por dia: mitos e verdades sobre os alimentos que comemos*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2008, p.9.

Fonte: livro DC

"O que era, afinal de contas, aquela química que ... nos dava tanto trabalho? Água e fogo, nada mais, como na cozinha. Uma cozinha menos tentadora, isso é tudo, com odores penetrantes e desagradáveis ao invés daqueles outros mais domésticos. Mas, no resto, a mesma coisa, o avental, fazer misturas, queimar as mãos e recolher tudo ao final da jornada."(P. Levi: *El sistema periódico*, Madrid, Alianza, 1988.)¹³

Além da cozinha que está dentro de todos os lares, estabelecimentos e instituições, muitas escolas ainda contam com um espaço laboratorial, e quando este for inexistente, é possível criá-lo, inventá-lo; o que é preciso é que se garanta o espaço das experimentações.

O local onde se realiza o experimento tem que ser específico, pois exige algumas condições especiais como: espaço adequado para cada aluno realizar seus experimentos; materiais condizentes com a experimentação; mobiliário e equipamentos que não ofereçam riscos aos seus usuários e espaços para os materiais vivos.

Com o propósito de garantir que os experimentos sejam realizados, apresenta-se a seguir dois quadros com sugestões de materiais alternativos na montagem de um laboratório, caso a escola não tenha, ou para serem utilizados numa cozinha.

¹³ Referência citada em: WEISSMANN, Hilda. (org.) *Didática das ciências naturais: contribuições e reflexões*. Porto Alegre: ArtMed, 1998, p.187.

FIGURA 5 – Capítulo 3 – Materiais alternativos para compor o laboratório

Quadro 1

Material Específico	Material alternativo
<p>Béquer: recipiente de vidro refratário, formato cilíndrico, com bico gotejador moldado na borda da abertura. Usado para misturar líquidos quentes ou frios, bem como para transferi-los de um frasco para outro.</p> 	<p>Quando para simples manipulação de líquidos a frio, um copo ou mesmo uma garrafa plástica de refrigerante, cortada ao meio, pode substituir o béquer. O escoamento é controlado através de um bastão de vidro dobrado em L, apoiado em seu maior comprimento, por dentro do copo.</p>
<p>Praveta: recipiente de vidro cilíndrico, alongado, graduado, com bico gotejador no bordo da abertura. Uso: medir volume preciso de líquidos.</p> 	<p>A praveta pode ser substituída por seringas injeção, mamadeiras, garrafas de soro (obtidas em hospitais), jarras graduadas (compradas em supermercados) etc</p>

Fonte: livro DC

Tubo de ensaio: recipiente de vidro refratário, com comprimento e diâmetros variados e fundo arredondado. Usado para manipular pequenas quantidades de líquidos.

Pode-se substituí-lo por vidros alongados e de diâmetro reduzido. Como exemplo, temos os vidros que acondicionam medicamentos em forma líquida ou vidros de comprimidos.



Espátula: usada para retirar substâncias sólidas e semissólidas contidas em recipientes. Geralmente são de porcelana, aço inoxidável ou outro material não atacado pelas substâncias.

Uma colher comum pode substituir a espátula, com o risco de ser atacada pelas substâncias. Pode-se, também, usar uma colher de plástico ou palito de picolé.

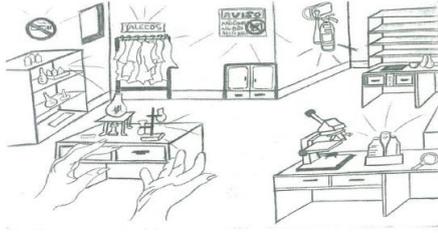


O capítulo seguinte - **Comer! Um fazer do vivo** - apresenta a organização sistêmica do ser vivo, vislumbrando a biologia com sua estrutura de conceitos e funcionalidades. Nesse contexto "[...] escolher os alimentos é escolher as substâncias que queremos que façam parte de nossa estrutura, compondo nossas

células; aí a responsabilidade em selecionarmos e definirmos nossos hábitos alimentares” (LUCA; SANTOS, 2010, p. 44).

FIGURA 6 – Capítulo 4 – Comer! Um fazer do vivo

Estando o espaço de experimentação organizado, é só começar!



42

Fonte: livro DC

Na sequência apresentamos o capítulo Alimentos: uma questão química, biológica, social, cultural e de cozinha. Em um texto sucinto discutimos a importância das escolhas, e isso perpassa pelo estudo e reflexão do que faz parte dos alimentos, e então concluímos que alimentar-se é uma questão de cidadania. “[...] a nutrição é importante. O desafio é separar o joio do trigo, e chegar a algumas conclusões práticas sobre o que comer com base não no que ouvimos dizer, mas em ciência segura” (SCHWARCZ, 2008, p. 10).

FIGURA 7 – Capítulo 5 - Alimentos: uma questão química, biológica, social, cultural e de cozinha

naturais.

Ao subirmos na atmosfera, rumo ao espaço, temos a visão da **BIOSFERA**, “esfera de vida”, única e limitada nos horizontes do conhecimento humano.

O fenômeno da **VIDA** acontece em movimento, entre reações e transformações, no **metabolismo** mágico de ser, “alimentado” pela energia proveniente do alimento, do nutrir-se; este é o ponto de partida metabólico que desencadeia a respiração, a excreção, a circulação... o viver.

Os alimentos ingeridos são digeridos e os seres uni e multicelulares são então nutridos. Os humanos contam com um sistema complexo e articulado, denominado **sistema digestório** que recebe, acolhe, transforma, processa, nutre por absorção num órgão preparado para esta função, o intestino delgado, e excreta o sobressalente com a ajuda de uma população invisível aos nossos olhos e que se abriga no órgão seguinte, no intestino grosso, que são bactérias.

Escolher os alimentos é escolher as substâncias que queremos que façam parte de nossa estrutura, compondo nossas células; aí a responsabilidade em selecionarmos e definirmos nossos **hábitos alimentares**.

“Acredita-se, geralmente, que o comportamento alimentar do homem distingue-se do dos animais não apenas pela cozinha – ligada, em maior ou menor grau, a uma dietética e a prescrições religiosas –, mas também pela comensalidade e pela função social das refeições.”¹⁵

¹⁵ FLANDRIN, Jean-Louis, MONTANARI, Massimo. *História da alimentação*. São Paulo: Estação Liberdade, 1998, p. 32.

44

Fonte: livro DC

4. Comer! Um fazer do vivo

A Terra é denominada biosfera pela presença da organização complexa de algumas **substâncias** na **célula**. Esta organização surge em algum momento da história planetária, mudando o rumo dos cenários físicos e de si mesma; surge a vida.

Vida esta que se relaciona, se autodetermina e se auto-organiza, descobrindo a magia de multiplicar-se. Esses fazeres necessitam de energia; assim a vida aumenta, se difere e constitui a biodiversidade.

Por um bom tempo a vida era formada de uma célula até que esta se uniu a outras, trabalhando coletivamente sem nunca perder a autonomia. Dos **tecidos** vieram os **órgãos**. Cada órgão com uma função bem definida, mas com um objetivo comum, afinal, apresentaram-se em **sistemas**.

A vida agora já se faz por meio de **indivíduos** uni e multicelulares que se relacionam primeiramente com outros iguais a si compondo uma **população** e, sem percebermos, as relações ampliam-se no status de **comunidade**.

O cenário agora é maior. Estamos nos afastando do ponto em que nos encontrávamos e conseguimos visualizar os vivos relacionando-se entre si e com os recursos físicos, constituindo um “pedaço” de natureza, os **ecossistemas** ou um **ambiente**, local onde a lógica cultural humana alterou as características

43

5. Alimentos: uma questão química, biológica, social, cultural e de cozinha.

A cozinha guarda em si a fantástica possibilidade de conhecermos, cheirarmos e manipularmos moléculas, pois os alimentos que ingerimos nada mais são do que moléculas preparadas e quando reconhecidas pelo nosso organismo se tornam moléculas responsáveis pela vida.

Esse intrincado metabolismo que movimenta o espaço interno de cada uma das células de nosso corpo é mantido pela qualidade “das moléculas” do alimento que ingerimos. Como nos revela Schwarcz¹⁶: “A nutrição é importante. O desafio é separar o joio do trigo, e chegar a algumas conclusões práticas sobre o que comer com base não no que ouvimos dizer, mas em ciência segura.” De todos os alimentos que ingerimos, podemos absorver nada ou absorver moléculas que garantam a integridade metabólica de nossos tecidos, que atuem no tratamento e defesa de estruturas ameaçadas, gerando um completo e benéfico ou, maléfico estar físico.

A composição da alimentação das pessoas perpassa por aspectos sociais, culturais e econômicos. Participamos de vários grupos sociais, cada qual marcado por um hábito alimentar; na família normalmente fazemos as refeições principais, no grupo

¹⁶ SCHWARCZ, Joseph A. *Uma maçã por dia: mitos e verdades sobre os alimentos que comemos*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2008, p.10.

45

Com o texto *Alimentação e sociedade - uma pitada de história*, realizamos o convite para uma viagem em alguns episódios históricos buscando a reflexão dos fazeres e das escolhas com vistas a uma alimentação saudável. Neste cenário “[...] as evidências históricas revelam a complexidade da alimentação nos vários contextos em que ela está inserida, pelos vários olhares que podemos lançar sobre ela e então, interpretá-la” (LUCA; SANTOS 2010, p. 47).

FIGURA 8 – Capítulo 6 – Alimentação e sociedade – uma pitada de história

escolar dividimos “os recreios”, num aniversário ou festividades compartilhamos alimentos comemorativos... Inúmeras são as oportunidades alimentares que presenciamos e nelas, o que comer? Uma resposta, intimamente pessoal.

As etnias, assim como o poder econômico, caracterizam significativamente o alimento oferecido. No Brasil, com sua imensa área territorial, encontramos cardápios marcados pelos povos colonizadores, tais como: a feijoada, africana; massas, italiana; o bacalhau, português; as tortas e doces, alemães; entre outros. Isso além da gastronomia peculiar regional, como o vatapá no nordeste e o churrasco no sul.

Mesmo sem percebermos, o alimentar-se é uma questão de cidadania. Fazer opções conscientes e buscar informações sobre o alimento que chega as nossas mesas: onde foi cultivado, por quem, qual seu ciclo de vida, revela uma sociedade mais sábia e solidária.

46

6. Alimentação e sociedade – uma pitada de história

Os alimentos são a primeira relação do ser na garantia de seu *status* de vivo; como apresentado no capítulo quatro. Esse fato nos remete a constatação de que nossos ancestrais já tinham uma alimentação peculiar a eles, considerando distribuição geográfica, disponibilidade na natureza, técnicas de seleção e preparo dos alimentos.

Todos precisam comer. Esta necessidade gera “impensadamente” hábitos coletivos que com o passar do tempo tornam-se regras passíveis de serem transformadas.

Na antiguidade, durante séculos, gregos e romanos banquetavam deitados; na idade média, esta posição foi abandonada pelos ocidentais que passaram a comer sentados. Os grandes assados foram responsáveis por esta mudança de hábito, uma mão ficava livre e a outra usava a faca, que nesta época aparece à mesa. Os registros históricos indicam que o garfo entra neste cenário gastronômico depois da peste negra, entre os séculos XIV e XVIII, no qual os utensílios alimentares foram individualizados.

As evidências históricas revelam a complexidade da alimentação nos vários contextos em que ela está inserida, pelos vários olhares que podemos lançar sobre ela e então, interpretá-la.

47

Fonte: livro DC

O capítulo *Alimentos no sabor legal: legislação vigente* apresenta como a relação do ser humano com os alimentos mudou a partir da industrialização. O capítulo trata também da contaminação dos alimentos, que resulta na criação da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) em 1999.

No cardápio legal nacional, os alimentos contam com um aporte de leis e decretos que definem e legitimam as práticas da indústria alimentícia, porém faz-se necessário o conhecimento e o envolvimento consciente do cidadão no que diz respeito a sua alimentação. Todo o processo é permeado por mãos humanas que necessitam de higiene, conhecimento e dosagem dos ingredientes (LUCA; SANTOS 2010, p. 51).

FIGURA 9 – Capítulo 7 - Alimentos no sabor legal: legislação vigente

Na atualidade, a década de 60 do século XX ficou marcada pelas pesquisas que evidenciaram a composição química dos nutrientes presentes nos alimentos, sendo os carboidratos, as proteínas e os lipídios; bem como a descoberta das vitaminas pelos nutricionistas, na década de 70.

Nesta viagem histórica, cabe salientar o advento da agricultura e as reformas sociais; entre elas, a jornada de trabalho feminino, que caracteriza a saída da mulher do espaço domiciliar, o repensar das refeições. A expansão das vias ferroviárias e rodoviárias contribui consideravelmente para a conservação, diversificação e distribuição do alimento entre as regiões.

Os *fast-foods*, os *buffets* por quilo, as refeições pré-cozidas são então oferecidas e difundidas pela propaganda, definindo uma publicidade alimentícia com vistas ao mercado. Prova disso são as embalagens, que se desenvolveram a partir do advento do petróleo e do supermercado como forma de expor e atrair a atenção das pessoas para a comercialização; neste momento elas perdem a função única de proteger e dosar e assumem o papel de venda.

Sem perceber as pessoas acabam por escolher produtos que lhes chamem mais atenção e junto deles trazem alguns "brindes", como a falta de nutrientes, a super dosagem de outros, isto é, problemas e distúrbios fisiológicos que poderiam ser evitados.

A dietética é, sem dúvida, uma área científica sobre a qual as pessoas necessitam alfabetizarem-se, a fim de constituir uma sociedade alimentariamente saudável.

48

7. Os alimentos no sabor legal: legislação vigente

Historicamente os cuidados com os alimentos mudaram, uma vez que a relação do alimento e das refeições também foi se alterando.

Quando a alimentação adquire um caráter industrializado, vários aspectos passam a ser observados, como: a produção, o processamento, a embalagem, o transporte, o armazenamento e o consumo, que expõem o alimento a possíveis contaminações tanto microbiológicas quanto de substâncias químicas.

Estas contaminações ocorriam e podem ocorrer com alimentos que não sejam industrializados, porém o olhar sobre eles obedece à lógica do caseiro, do isento de malefícios.

Com a organização urbana do Brasil, nos séculos XVIII e XIX foi estruturada a vigilância sanitária com o objetivo evitar a propagação de doenças.

A alta produtividade brasileira exigiu, em relação à exportação mundial, regras padronizadas de higiene desde a produção até o consumidor final, despertando no campo da pesquisa científica trabalhos que evidenciaram controle de qualidade laboratorial, estratégias de inspeção e educação sanitária dos manipuladores.

A partir da década de 1980, é revista a concepção vigente de vigilância sanitária, integrando ao Estado o papel de guardião

49

Fonte: livro DC

Entre os capítulos 8 e 12 são apresentados os experimentos assumindo o que Caamaño (2010) define como trabalhos práticos. O quadro 2 apresenta os capítulos, abordagem conceitual e a quantidade de trabalhos práticos e atividades.

QUADRO 2 – Apresentação dos temas abordados, os conceitos e quantidade de experimentos dos capítulos.

Capítulo	Abordagem conceitual	Experimentos e atividades práticas
8. Ingredientes	Propriedades dos materiais	10
9. Preparando alimentos	Sistema material	3
10. Composição química e ação biológica dos alimentos	Estudo das biomoléculas	18
11. Selecionando alimentos	Processos biológicos e químicos	5
12. Cardápios e energia	Digestão celular e sistêmica	6

Fonte: dados da pesquisa, 2016.

Cada experimento está organizado contemplando os materiais, os procedimentos e os questionamentos. Na Figura 8 apresenta-se um experimento relacionado com a abordagem e a investigação da vitamina C nos alimentos.

FIGURA 10 – Experimento 9 – capítulo 10 – Composição química e ação biológica dos alimentos

Fonte: livro DC

mamão e abacaxi possuem enzimas que facilitam a digestão de proteínas; além disso, as frutas também são conhecidas pela presença de vitaminas.

As vitaminas, em particular a vitamina C, geralmente recebem um *status* de prevenção de gripes e resfriados. Isto é uma verdade ou um mito?

O que se sabe é que as vitaminas são poderosos antioxidantes e que quando ingeridas auxiliam em diversas reações no organismo.

Que tal relembarmos o experimento realizado no capítulo anterior, no qual verificamos o poder antioxidante da vitamina C nos alimentos testados. Naquela ocasião, discutimos esse fato como uma propriedade química das substâncias. Agora você é convidado a lançar um novo olhar para os resultados deste experimento.

Você deve ter percebido o escurecimento dos alimentos que não receberam a vitamina C, ao passo que as metades alimentares que entraram em contato com a vitamina C não escureceram. Isto prova o seu poder antioxidante.

Aprofunde seus conhecimentos...



Se você não ouviu os antioxidantes serem decantados em prosa e verso nos últimos anos, talvez esteja passando tempo demais no açougue. Essas substâncias extremamente alardeadas estão presentes nas frutas e hortaliças e são capazes de neutralizar radicais livres, aqueles fragmentos moleculares traiçoeiros produzidos sempre que inalamos oxigênio. Não podemos viver sem oxigênio, é claro, mas temos de pagar um preço por viver com ele: doença e, finalmente, a morte. Cerca de 2 a 3% do oxigênio consumido por nossas células é convertido em radicais

110

livres, tão reativos que podem romper outras moléculas. Quando as vítimas são proteínas, gorduras, ácidos nucléicos ou outras biomoléculas essenciais, o resultado pode ser doença cardíaca, câncer ou demência. Mesmo o simples envelhecimento foi vinculado a danos cumulativos por radicais livres.

Como são capazes de dar cabo do excesso de radicais livres, os antioxidantes merecem obviamente séria investigação científica. Uma das dificuldades, porém, é a grande variedade de antioxidantes presente em vegetais. As vitaminas C e E, juntamente com os carotenóides, receberam muita atenção, mas a maior parte da atividade antioxidante das frutas e hortaliças pode ser atribuída aos polifenóis.

Fonte: SCHWARCZ, Joseph A. Uma maçã por dia: mitos e verdades sobre os alimentos que comemos. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2008.

Com todos os benefícios já constatados dos nutrientes, em especial a vitamina C, cabe a nós selecionarmos alimentos que a contenham para compor nossas refeições.



Experimento 9 – Hora de testar alguns sucos que saboreamos em nosso dia a dia. É necessário separarmos: um comprimido efervescente de 1g de vitamina C, tintura de iodo a 2% (comercial), sucos de frutas variados (limão, laranja, maracujá, caju, etc.), cinco pipetas de 10 mL, uma fonte de calor, seis copos de vidro, uma colher de chá de farinha de trigo ou amido de milho, um béquer de 500 mL, água filtrada, um conta-gotas e uma garrafa de refrigerante de 1 litro.

Coloque no béquer 200 mL de água filtrada, aquecendo o líquido até uma temperatura próxima de 50°C. A seguir, coloque

111

Na sequência apresentamos um box com o título “*Aprofunde seus conhecimentos...*”, cuja finalidade consiste em fomentar leituras e discussões por meio de pequenos trechos de livros de divulgação científica, paradidáticos ou mesmos científicos. Os temas são abertos à investigação e ao estudo dos professores e alunos, e oferecem possibilidades de pesquisa fora e dentro da sala de aula. A Figura 10 mostra como o box “*Aprofunde seus conhecimentos...*” se apresenta no livro.

FIGURA 11 - “Aprofunde seus conhecimentos...” apresentado no experimento 9

uma colher de chá cheia de amido de milho na água aquecida, agitando sempre a mistura até que alcance a temperatura ambiente.

Na garrafa de refrigerante contendo aproximadamente 500 mL de água filtrada, dissolva o comprimido efervescente de vitamina C e complete o volume até um litro.

Coloque 20 mL da mistura (amido de milho mais água) em cada um dos seis copos de vidro, numerando-os de 1 a 6. Ao copo 2 adicione 5 mL da solução de vitamina C; a cada um dos copos 3, 4, 5 e 6 adicione 5 mL de um dos sucos a serem testados.

A seguir, pingue, gota a gota, a solução de iodo no copo 1 e agite constantemente até aparecer a coloração azul. Anote o número de gotas adicionadas.

Repita o procedimento para o copo 2. Anote o número de gotas necessárias para aparecimento da cor azul. Caso a cor desapareça, continue a adição de gotas de iodo até que ela persista.

Repita o mesmo procedimento realizado com o copo 2, nos copos 3, 4, 5 e 6.



112

1. Em qual dos sucos houve maior consumo de gotas de iodo?
2. Através do ensaio com a solução do comprimido efervescente é possível determinar a quantidade de vitamina C nos diferentes sucos de frutas?

Procure aferir o teor de vitamina C em alguns sucos industrializados, comparando-os com o teor informado no rótulo de suas embalagens.

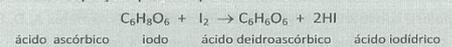
Procure verificar, ao longo dos dias, a variação de propriedades de alguns sucos, em termos de manutenção de vitamina C, quando guardados em geladeira e em ambiente natural e fresco.

Aprofunde seus conhecimentos...

A adição de iodo à solução amilácea (água + farinha de trigo ou amido de milho) provoca no meio uma coloração azul intensa, devido ao fato do iodo formar um complexo com o amido.

Graças a sua bem conhecida propriedade antioxidante, a vitamina C promove a redução de iodo a iodeto, que em solução aquosa e na ausência de metais pesados é incolor. Dessa forma, quanto mais ácido ascórbico um determinado alimento contiver, mais rapidamente a coloração azul inicial da mistura amilácea desaparecerá e maior a quantidade de gotas da solução de iodo necessária para restabelecer a coloração azul.

A equação química que descreve o fenômeno é:



ácido ascórbico iodo ácido deidroascórbico ácido iodídrico

Fonte: SILVA, Sidnei Luis A. da FERREIRA, Geraldo Alberto L. SILVA, Roberto Ribeiro da. A procura da vitamina C. Química Nova na Escola no.2, novembro, 1995.

113

Fonte: livro DC

Ainda propomos atividades que incentivam aluno e professor a extrapolar o ambiente da sala de aula e desenvolver outras práticas como a organização de um workshop, uma visita a um supermercado, análise de rótulos, realização de uma receita de pão de queijo, debates envolvendo temas conflitantes da alimentação (bulimia e anorexia), entre outros. Dessa forma, se promove uma atitude ativa dos alunos. Carvalho *et al.* (1998, p. 21) apresenta que as atividades de Ciências devem fundamentar-se “na ação dos alunos. Essa ação, [...] não deve se limitar à simples manipulação ou observação [...], mas também reflexão, relatos, discussões, ponderações e explicações – características de uma investigação científica.”

Salientamos que a proposta dos experimentos não é rígida em sua execução, oferecendo ao professor a possibilidade de realizá-los em diferentes sequências ou conforme o seu planejamento. Os materiais necessários para a execução dos experimentos são de fácil aquisição e não há perigo de manipulação para os alunos. Fica a critério do professor utilizá-los como demonstração, exercício prático, investigação ou resolução de problemas.

Finalizando o livro apresentamos uma breve reflexão, em que a Química e a Biologia se mostram como áreas complementares e não contraditórias, evidenciadas pelo diálogo proposto através dos experimentos, como uma sobremesa.

FIGURA 12 - Finalizando o livro DC – E para encerrar... A sobremesa

toxina bloqueia a transmissão de impulsos nervosos. Pode ser fatal se não for tratada rapidamente, em decorrência da paralisia dos músculos responsáveis pela respiração. O tratamento é feito com soro antitoxina.

Fonte: AMABIS, José Mariano, MARTHO, Gilberto Rodrigues. *Biologia dos organismos*. 2ed. São Paulo: Moderna, 2004.

Conhecer o alimento a ser ingerido e o processo de transformação em nosso organismo são pontos fundamentais na definição de nossos cardápios. A informação é, sem dúvida, a melhor “entrada” numa refeição.

13. E para encerrar... A sobremesa

Ao final de uma refeição, como um almoço ou um jantar, serve-se a sobremesa. Poderíamos nos questionar por que os cafés da manhã não têm sobremesa. Dialogando longamente essas deliciosas páginas, chegamos a este ponto, nos desafiando a entender **o que são** as sobremesas.

Segundo o dicionário Aurélio²⁵, disposto sobre a mesa, sobremesa é *“fruta, doce ou outra iguaria leve ou delicada que se come, normalmente ao fim de uma refeição”*.

Agraciadas pelo saborear de cafés, broas, bolos e frutas, tecemos esse diálogo. E nesse universo gastronômico, extrapolando a definição do dicionário, constatamos que as sobremesas exercem o papel de opostos complementares, do doce que complementa o salgado, que produz a sensação de saciedade, do gelado que complementa o quente e, portanto, “sobremesamos” em variados momentos de nosso dia, inclusive quando não estamos a mesa.

A Química e a Biologia, áreas tratadas durante muito tempo e por muitos como **opostos contraditórios**, hoje apresentadas por nós como sobremesas, **opostos complementares** que se evidenciaram no desenrolar do diálogo apresentado.

Fonte: livro DC

2.3.2 A experimentação desvelada: análise dos experimentos

Com a finalidade de analisar os experimentos propostos no livro, estes serão categorizados assumindo o sistema de categorização de Caamaño (2011) conforme o quadro 3.

QUADRO 3 – Categorias de análise dos Trabalhos Práticos a partir do sistema de categorização de Caamaño (2011).

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
1. Experiências (EX) a. Experiências perceptivas (EXP) b. Experiências Ilustrativas (EXI) c. Experiências Interpretativas (EXIT)	São atividades práticas destinadas a familiarizar-se com os fenômenos, ilustrar princípios e dar oportunidade para prever e explicar (interpretar) fenômenos. Segundo a ênfase dada podemos subclassificá-las em: experiências perceptivas, ilustrativas e interpretativas.
2. Exercícios Práticos (EP) a) Aprendizagem de procedimentos ou destrezas (EP-PD) b) Ilustração da teoria (EP-I)	São atividades planejadas para o aprendizado de determinados procedimentos ou destrezas, ou também para realizar experimentos que ilustrem ou corroborem a teoria. Tem um caráter especialmente orientado. Segundo a ênfase dada nestas atividades, se distinguem em: exercícios práticos para a aprendizagem de procedimento ou destrezas e exercícios para ilustrar a teoria.
3. Investigações (IN) Considerando o problema: a) Teóricos (IN-T) b) Práticos (IN-P)	Atividades planejadas para dar aos estudantes a oportunidade de trabalhar como se fossem os cientistas envolvidos na resolução de problemas. Busca a familiarização com o trabalho científico e uma compreensão procedimental da ciência no curso das investigações ao utilizar as destrezas e procedimentos próprios da indagação científica no marco escolar. De acordo com o tipo de problema que se planeja resolver, as investigações podem ser: investigações para resolver problemas teóricos e investigações para resolver problemas práticos.

Fonte: Caamaño (2011, p. 145 - 6).

As experiências são classificadas em perceptivas, ilustrativas e interpretativas. As **experiências perceptivas** (EXP) são aquelas destinadas a obter uma familiarização perceptiva com os fenômenos, geralmente de caráter qualitativo. A fim de exemplificar, é possível citar a observação de diferentes tipos de materiais, a mudança de cores numa reação química, etc. As **experiências ilustrativas** (EXI) são aquelas destinadas a ilustrar um princípio ou uma relação entre variáveis, em geral tem caráter quantitativo. Também possibilitam que o professor investigue as concepções prévias dos alunos antes de realizar a experiência. Um exemplo é a observação da relação entre o aumento da pressão e a diminuição de volume de um gás (Lei de Boyle). Muitos destes experimentos ilustrativos são utilizados pelos professores para demonstrações em sala de aula. As **experiências interpretativas**

(EXIT) são aquelas destinadas a promover a interpretação por parte dos estudantes do fenômeno observado, mediante a emissão de hipóteses e explicações construídas a partir de suas próprias ideias, criando conflitos conceituais quando a experiência não responde às expectativas dos alunos. Também possibilitam a contratação experimental de hipóteses na construção de um modelo e consolidam novas ideias em contextos experimentais diferentes.

Os exercícios práticos se distinguem em exercícios práticos para a aprendizagem de procedimentos ou destrezas e em exercícios para ilustrar a teoria. Os exercícios práticos para a **aprendizagem de procedimentos ou destrezas** (EP-PD) enfatizam **práticas** como a realização de medidas, o tratamento de dados e as técnicas de laboratório (determinação do ponto de fusão, separação de misturas de substâncias, valoração ácido-base, etc); **intelectuais**, como a observação e interpretação, a classificação, a emissão de hipóteses, o planejamento de experimentos, o controle de variáveis; **comunicação**, como a descrição do planejamento de uma investigação e a realização do informe do trabalho prático.

Nos exercícios práticos para **ilustrar a teoria** (EP-I), a ênfase se dá na determinação experimental de propriedades e na comprovação de leis ou relações entre variáveis, com um objetivo ilustrativo ou corroborativo da teoria e com o enfoque dirigido. A fim de exemplificar, pode-se determinar experimentalmente a massa atômica relativa de um elemento, determinar experimentalmente a relação entre volume-temperatura de um gás, etc.

Quanto às investigações, essas são classificadas de acordo com o tipo de problema que se planeja resolver; podem ser investigações para resolver problemas teóricos e investigações para resolver problemas práticos. As investigações para **resolver problemas teóricos** (IN-T), são aquelas relacionadas com o marco de uma teoria. Por exemplo: qual a relação entre a pressão e o volume de gás, no marco da elaboração do modelo cinético-corpúscular dos gases?

As investigações para **resolver problemas práticos** (IN-P) geralmente estão no contexto da vida cotidiana. A ênfase se põe na compreensão procedimental da ciência, no planejamento e na realização de investigações, não dirigidas especialmente à obtenção de conhecimento teórico. Por exemplo: qual detergente

dentre vários é mais eficaz? Estes tipos de investigação podem se conectar facilmente com os aspectos CTS³ do currículo.

Neste contexto, Santos (2015) em sua dissertação *Análise das atividades práticas presentes nos livros didáticos de biologia avaliados pelo PNLEM de 2007 a 2012* salienta que as categorias propostas por Caamaño (2010) e que em 2011 foram reorganizadas pelo mesmo autor podem adquirir perspectivas diferenciadas considerando os objetivos propostos, como por exemplo as experiências e experimentos ilustrativos, que permitem uma aprendizagem construtivista considerando as concepções prévias dos alunos, produção de conflitos conceituais a partir de resultados diferentes dos esperados, a consolidação de novas ideias em contextos experimentais diferentes e a avaliação do processo de reconstrução conceitual com relação à interpretação de determinados fenômenos.

Ainda Santos (2015) continua ressaltando que

[...] os exercícios práticos são suscetíveis a serem convertidos em Investigações, facilmente, dependendo da maneira como são propostos, uma vez que oportunizem os estudantes a planejá-lo visando respostas a um problema que lhes foi sugerido. [...] As Investigações [...] constituem uma atividade central de muitas visões atuais da Educação em Ciências, podendo oportunizar a construção de conhecimentos, a compreensão da natureza da Ciência e a aprendizagem da pesquisa, do investigar (SANTOS, 2015, p. 58).

Assumindo a perspectiva de classificação de Caamaño (2011), classificam-se os experimentos apresentados no livro DC, explicitados no quadro 4.

QUADRO 4 – Categorização e quantificação dos experimentos presentes no livro DC

Capítulos	Categorias – Experimentos do livro DC						
	Experiências (EX)			Exercícios Práticos (EP)		Investigações (IN)	
		EXI	EXIT	EP-PD	EP-I	IN-T	IN-P
8. Ingredientes	1, 2 ^a	1	4, 7, 10	8, 9	5		2b, 3, 6
9. Preparando Alimentos: Sistema Material	2b, 3 ^a		1a, 2c, 3b	2 ^a			1b
10. Composição Química e Ação Biológica dos alimentos	1a, 2a,	16b	1b, 3, 4, 5, 7, 8a, 12a, 13, 14a, 15a, 16a, 18	2a, 6a, 10a, 11a	6b, 9, 10b, 11b		8b, 9b, 12b, 14b, 15b, 17

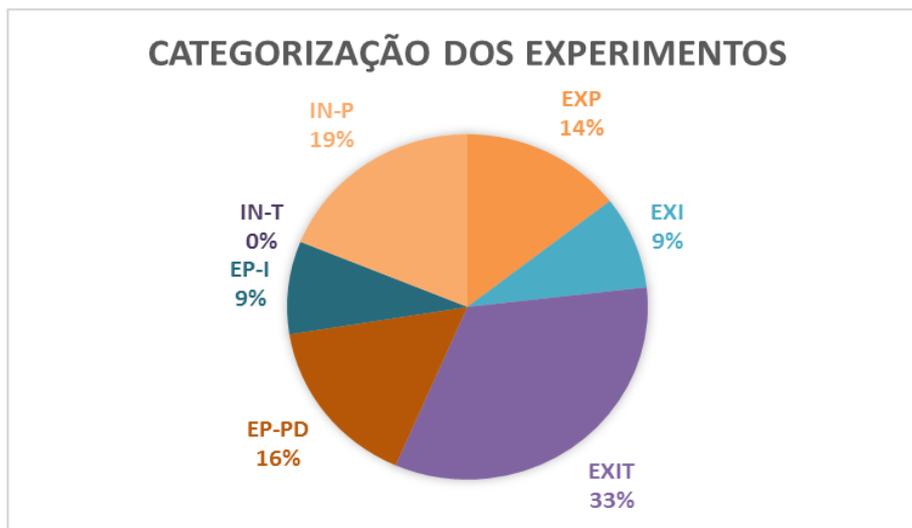
³ A sigla CTS caracteriza um campo de trabalho acadêmico cujo objeto de estudo são as relações ciência-tecnologia-sociedade, no que concerne as aproximações ou interpretações do estudo da ciência e tecnologia. Esse movimento surgiu na década de 1960, num contexto bastante conturbado para a ciência, quando se começou a perceber as conseqüências do avanço científico e tecnológico, como a degradação ambiental, além da sua relação com as tecnologias de guerra que trouxeram destruição em massa e sofrimento em episódios bastante conhecidos na história da humanidade (Roehrig e Camargo, 2015, p. 3).

11. Selecionando Alimentos	1b, 2 ^a	1c, 2b, 5b	2c	3a, 4, 5a	3b		1a, 3c
12. Cardápio e Energia	1a, 4	1b	2, 3a, 5, 6	1			3b
Total de experimentos	10	6	23	11	6		13

Fonte: dados da pesquisa, 2017

Na intenção de verificar qual a categoria que predomina, apresento o Gráfico 1. Se percebe que do total, 33% são experiências interpretativas, 19% investigações práticas, 16% exercícios práticos de aprendizagem de procedimentos ou destrezas, 14% experiências perceptivas, 9% experiências ilustrativas, 9% exercícios práticos ilustração de teoria e não há experimentos categorizados como investigações teóricas.

GRÁFICO 1 – Categorização dos Experimentos conforme Caamaño (2011).



Fonte: Dados da pesquisa 2017

Observando a categorização no Quadro 2 se percebe que em alguns casos os experimentos podem ser classificados em duas categorias. Isto porque inicialmente a proposta do experimento tinha um objetivo, e no decorrer, através das discussões e das indagações apresentou outro enfoque. No experimento 2 (2a – EXP e 2b – IN-P) do capítulo 8, por exemplo, propomos que o aluno realize uma análise sensorial de alguns alimentos, caracterizando a categoria (EXP). Segue o trecho indicativo dessa categoria:

Com seu grupo de trabalho organize cinco alimentos [...] para serem testados através de um experimento simples. [...] cada grupo deve escolher um colega para identificar os alimentos que colocou nos copinhos. O grupo ao qual o colega pertence anota suas impressões. Ao final, quando todos os exploraram, quem os preparou, revele os conteúdos dos copinhos (LUCA; SANTOS, 2010, p. 54).

Após a realização do experimento e das discussões, sugerimos que os alunos em grupo desenvolvam um produto alimentício para ser lançado no mercado, considerando os hábitos alimentares da região, características geográficas, políticas e econômicas, assim como os aspectos biológicos e químicos do produto e sua divulgação em um workshop organizado pelo professor em sua escola. Esta proposta caracteriza a IN-P, como pode ser observado na transcrição da proposição do experimento:

Que tal o seu grupo de trabalho desenvolver um produto alimentício para ser lançado no mercado? Considere os hábitos alimentares de sua região, características geográficas, políticas e econômicas, assim como os aspectos biológicos e químicos e sua divulgação que o apresentará num workshop da alimentação (LUCA; SANTOS, 2010, p. 57).

Em sequência, nas figuras 12 e 13 apresentamos a descrição do experimento do livro DC.

FIGURA 13 – Experimento 2 (2a – EXP) do capítulo 8 – Propriedades Organolépticas

visão – pela cor, do paladar – pelo gosto e do olfato – pelo cheiro.

Essas propriedades que percebemos através dos nossos sentidos (olfato, visão, tato, audição e paladar) são denominadas de **propriedades organolépticas**.



Experimento 2 – Com seu grupo de trabalho organize cinco alimentos (café, açúcar, bolachas picadas, iogurte, limão, etc.) para serem testados através de um experimento simples. Você precisará de uma venda de olhos, pequenos frascos que podem ser copinhos plásticos cobertos com papel alumínio, palitos de dente (perfurarão o papel alumínio do alimento a ser cheirado) e colheres (colocarão e retirarão o alimento do copinho para ser saboreado e sentido).

Cada grupo deve escolher um colega para identificar os alimentos que colocou nos copinhos. O grupo ao qual o colega pertence anota suas impressões. Ao final, quando todos os exploraram, quem os preparou, revela os conteúdos dos copinhos.



Esse experimento, embora simples, reproduz uma prática elaborada e utilizada pelas indústrias alimentícias, denominada análise sensorial dos alimentos.

É através desta análise que a cor, o odor, o sabor e a textura

54

de um alimento são definidos, buscando despertar nas pessoas o consumo do mesmo.

Aprofunde seus conhecimentos...



“As informações provenientes das cinco vias sensoriais são detectadas no cérebro simultaneamente e há sempre interações e associações psicológicas. Há associações entre cor e temperatura, textura e gosto, cor e odor, etc. Por exemplo, a cor azul parece mais forte e mais escura, quando apresentada em um ambiente com som grave e parece mais clara com som agudo. Efeitos não fisiológicos também podem ocorrer, como em quantidades iguais de açúcar na água e num fluido viscoso produzem intensidades diferentes de doçura, por causa da diferente atividade química e da habilidade em contatar as partes do receptor, que desempenham a função de reforçar a associação existente entre o aroma e a textura.”

Fonte: DUTCOSKY, Sílvia Deboni. **Análise Sensorial de Alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996.

É possível que nos questionemos quanto às preferências que cada pessoa pode ter em relação aos alimentos; neste momento mostra-se interessante a investigação deste sistema que nos conecta com o ambiente – sistema sensorial - e seus órgãos.

Aprofunde seus conhecimentos...



“Dos nossos cinco sentidos classicamente reconhecidos – tato, audição, visão, olfato e paladar -, só os dois últimos têm uma natureza puramente química, ou seja, conseguem detectar moléculas químicas. Por meio dos nossos notáveis sentidos de olfato e paladar experimentamos diferentes sensações olfativas e

55

FIGURA 14 – Experimento 2 (2b-IN – P) do capítulo 8 – Propriedades Organolépticas

gustativas a partir do contato com moléculas de diferentes compostos químicos.

... [...] o sentido do olfato só consegue perceber moléculas gasosas que estejam flutuando no ar. O sentido do paladar só consegue detectar moléculas dissolvidas em água, seja no próprio líquido do alimento, seja na saliva. Assim como muitas outras espécies animais, é o cheiro que nos atrai para a comida, e é o paladar que nos ajuda a encontrar alimentos comestíveis – e apetitosos.”

Fonte: WOLKE, Robert L. **O que Einstein disse a seu cozinheiro: a ciência na cozinha: (inclui receitas)**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2003.

- 1) Será que sempre poderemos utilizar as propriedades organolépticas para identificar todos os materiais existentes no nosso meio? Por quê?
- 2) As propriedades organolépticas são ideais para a identificação dos materiais? Se a sua resposta for negativa, o que em sua opinião é desfavorável?
- 3) Existem outras propriedades que poderiam ser utilizadas? Quais?

Aprofunde seus conhecimentos...



“... antes de ingerirmos um alimento, fazemos uma análise sensorial, que é fundamental para determinar nossa preferência por ele. As sensações visuais, muitas vezes, comandam sua ingestão ou não. Por exemplo, quantas vezes nós não comemos sem estar com fome, simplesmente, porque tinha uma boa aparência? Ou ainda, quantas vezes nós rejeitamos certos alimentos, sem nunca termos experimentado, só porque ele não “parece” ser

56

bom?

A análise sensorial é uma área muito importante na indústria de alimentos, pois contribui para o desenvolvimento de novos produtos, o controle de qualidade, a reformulação e redução de custos de produtos, as relações entre condições de processo, os ingredientes e os aspectos analíticos. Antes de mandar produtos para a prateleira dos supermercados, a indústria de alimentos promove os chamados testes afetivos que possuem a finalidade de verificar se os consumidores gostam ou não do alimento que será lançado”.

Fonte: RETONDO, Carolina Godinho, FARIA, Pedro. **Química das Sensações**. São Paulo: Editora Átomo, 2006.

Que tal o seu grupo de trabalho desenvolver um produto alimentício para ser lançado no mercado? Considere os hábitos alimentares de sua região, características geográficas, políticas e econômicas, assim como os aspectos biológicos e químicos do produto e sua divulgação que o apresentará num *workshop* da alimentação.

8.2 Caracterizando os alimentos física e quimicamente

As propriedades organolépticas têm seu papel fundamental na indústria de alimentos, porém não podem ser aplicadas na identificação de todos os materiais, considerando que alguns são potencialmente tóxicos. Por esta razão, nunca cheire, toque ou experimente materiais que você não conheça, ou não os tenha preparado!

Agora você está sendo convidado a ser um detetive químico.

57

Fonte: livro DC

O livro DC apresenta 42 experimentos. Contudo, alguns estão classificados em duas ou três categorias, totalizando assim 69. Destes, 23 estão classificados como (EXIT), pois provocam os alunos para a elaboração de hipóteses explicativas dos fenômenos observados. Os experimentos categorizados como IN-P são 13, sendo que em 10 deles a proposta da investigação é solicitada depois de uma percepção, uma elaboração de hipótese e uma interpretação do fenômeno. As categorias (EP – PD) e (EXP) têm um número de experimentos próximos: 11 e 10 respectivamente, salientando a questão da aprendizagem de procedimentos e destrezas práticas, intelectuais e de comunicação, e familiarização perceptiva com os fenômenos.

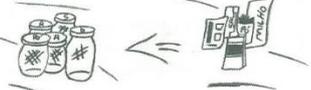
Quanto às categorias (EXI) e (EP-I), estas obtiveram o mesmo número de experimentos – 6 – , revelando as práticas destinadas a ilustrar um princípio ou uma relação de variáveis, e aquelas centradas na determinação de propriedades ou relação entre variáveis. Nenhum experimento se classifica como (IN-T) investigações para resolver problemas teóricos, provavelmente pelo fato de trabalhar o contexto dos alimentos, onde se exploraram mais problemas abertos e práticos. A seguir apresentamos alguns experimentos conforme a categorização.

A Figura 14 apresenta o experimento 3 no capítulo 8, convidando o aluno para uma atitude investigativa: ser um detetive químico, revelando a categoria (IN-P). O experimento desafia o aluno a identificar o conteúdo dos frascos apenas através das propriedades das substâncias, que após as discussões no grupo podem ser testadas, com a finalidade que resolver a questão.

FIGURA 15 – Experimento 3 do capítulo 8 – Detetive Químico



Experimento 3 - Ao chegar à cozinha de sua casa você encontra cinco frascos transparentes e cobertos, porém não identificados. O que se sabe é que em cada um deles tem um dos materiais: açúcar, sal de cozinha, bicarbonato de sódio, pó de giz branco e amido de milho. Como você procederia para identificá-los, considerando que não poderá tocar e experimentar seus conteúdos?



Se estiver encontrando dificuldade, utilize as dicas a seguir:

- Açúcar, sal e bicarbonato de sódio são solúveis em água.
- Amido de milho e pó de giz são pouco solúveis em água.
- Bicarbonatos em presença de ácidos (ácido clorídrico diluído, vinagre, suco de limão) produzem efervescência, em consequência da formação de gás carbônico.
- O principal componente do giz é sulfato de cálcio e os sulfatos não produzem efervescência ao entrarem em contato com ácido. Se ela for observada, é porque na fabricação do giz foi também usado um carbonato, neste caso, carbonato de cálcio.
- Açúcar e amido de milho carbonizam-se ao serem aquecidos (sobre tampa de lata, panela, etc.).

Fonte: AMBROGI, Angélica. *Química para o Magistério*. São Paulo: Harbra, 1995.

Conseguiu? Então preencha a tabela a seguir:

Frasco número	Conteúdo	Propriedades específicas que levaram à identificação

Como você pode observar, num segundo momento do experimento anterior, não utilizamos propriedades organolépticas para identificar o conteúdo dos frascos, e sim propriedades específicas de cada material, como: solubilidade, efervescência e carbonização.

Os químicos utilizam estas outras propriedades para identificar os materiais, **propriedades físicas e químicas**.

Aprofunde seus conhecimentos...



A identificação de qualquer substância é feita sempre com base em suas propriedades. Uma substância, quando pura, apresenta certas características que nos indicam ser ou não aquela substância. Estas propriedades são constantes, são fixas, para cada substância (sob certas condições). Algumas destas propriedades podem ser encontradas em livros ou tabelas, como por exemplo: ponto de fusão, ponto de ebulição, densidade, solubilidade, etc. Assim, em casos de dúvidas na identificação de determinada substância, podemos determinar experimentalmente suas propriedades e conferir os resultados obtidos com os dados pré-existentes.

BONADIMAN, Hélio, ZANON, Lenir Basso, MALDANER, Otávio

Fonte: livro DC

No experimento 6 do capítulo 10 propusemos um *Mergulho celular*. O aluno visualizará no microscópio e produzirá um registro biológico, utilizando habilidades específicas da biologia. O experimento categoriza-se como (EP- PD) e (EP- I), conforme Figura 14 e também conforme o trecho destacado abaixo:

Mergulho celular! Entre as amostras testadas, escolha um alimento consistente, capaz de ser cortado, como a batata. Finas fatias coradas com iodo serão levadas ao microscópio que permitirá a visualização, em objetiva de 10, dos grãos de amido no meio intracelular. Produza um registro biológico identificando parede celular, meio intracelular e grãos de amido.

FIGURA 16 – Experimento 6, capítulo 10 - Mergulho celular

energética vegetal).

Experimento 5 – Utilizando amostras dos alimentos já testados com a glicofita em recipientes separados, pingue solução de iodo e observe a reação. O iodo tem cor castanha e na presença do amido adquire coloração violeta, roxo ou, às vezes, preto.



1. Dos alimentos testados quais apresentam amido? O que observa de comum entre eles?

Aprofunde seus conhecimentos...

Quimicamente, a formação dessa cor azul é fascinante. Todos os amidos de planta são moléculas gigantes formadas pela união de 60 a 6000 unidades de glicose. Esses “monômeros” de glicose na verdade podem ser unidos de dois modos diferentes: se estão alinhados em uma cadeia consecutiva, temos a “amilose”, que é solúvel em água; se estão unidos de forma ramificada, o amido resultante é insolúvel em água, e é conhecido como “amilopectina”.

Somente a amilose, que representa aproximadamente 20% dos amidos, produz uma cor azul quando o iodo é aplicado. A longa cadeia de amilose é espiralada em forma de hélice, e as

moléculas de iodo são do tamanho certo para encaixar no espaço aberto central da hélice. O complexo resultante de amilose e iodo é azul.

Fonte: SCHWARCZ, Joe. *Barbies, bambolês e bolas de bilhar: 67 deliciosos comentários sobre a fascinante química do dia-a-dia*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2009.



Experimento 6 – Mergulho celular! Entre as amostras testadas, escolha um alimento consistente, capaz de ser cortado, como a batata. Finas fatias coradas com iodo serão levadas ao microscópio que permitirá a visualização, em objetiva de 10, dos grãos de amido no meio intracelular. Produza um registro biológico identificando parede celular, meio intracelular e grãos de amido.



Aprofunde seus conhecimentos...

Carboidrato é uma parte do alimento. Amido é carboidrato, assim como açúcares e certos tipos de fibras. Amido e açúcares são reservas da natureza geradas pela energia do Sol, pelo dióxido de carbono e pela água. O alicerce do amido é a glicose. [...]

Fonte: livro DC

O experimento 2 do capítulo 2 foi classificado em três categorias: (EP- PD), (EXP) e (EXI), onde se solicita aos alunos a utilização do microscópio. Classificando as dispersões, caracterizadas como (EP-PD) e (EXP), os alunos são solicitados a preencherem a da página 81 do livro DC. Em seguida, solicita-se que completem a tabela da página 83 através de pesquisas e da interpretação do experimento, conforme as figuras 16 e 17.

FIGURA 17 – Experimento 2 (2a – EP-PD) - Capítulo 2 – Dispersões: soluções, coloides e suspensão

9.2 Dispersões: soluções, coloides e suspensão

Em nossas cozinhas, exceto o ovo, os frutos, as verduras, etc., nos alimentamos de dispersões. Parece estranho? Na verdade, dispersões são misturas que tanto podem ser homogêneas quanto heterogêneas. A distinção se dá através da dimensão molecular das partículas, da capacidade de decantação, de filtração e da visualização no microscópio; permitindo classificá-las em soluções, coloides e suspensão. Vamos testar?



Experimento 2 – Você necessitará de um microscópio, 5 tubos de ensaio, sal (cloreto de sódio), água, leite, maionese, amido de milho, areia fina, iogurte e 7 lâminas de microscópio.

Em quatro tubos de ensaio, coloque aproximadamente 10 mL de água. Adicione em cada um deles, uma colherinha de café dos materiais: amido de milho, açúcar, sal e areia fina. No quinto tubo de ensaio coloque 10 mL de leite. Agite e anote as suas observações na segunda coluna da tabela a seguir.

Dispersão	Observação a olho nu	Observação ao microscópio	Houve decantação do material?	Houve separação de materiais na filtração?
Água com amido				
Água com açúcar				
Água com sal				
Água com areia				
Leite				
Maionese				
Iogurte				

Coloque uma gota de cada uma das dispersões observadas em uma lâmina e observe-a em um microscópio. Anote as suas observações na terceira coluna da tabela anterior. No momento que o tubo de ensaio ficou em repouso, observe se houve decantação de materiais ou não, registrando na quarta coluna da tabela anterior.

É hora de filtrar as dispersões já observadas. Para isso você irá necessitar de 6 funis, 6 filtros de papel (pode ser filtro de café) e 6 copos. Transfira cada dispersão num filtro de papel (que está dentro do funil) sobre um copo. Compare a aparência do filtrado com a dispersão inicialmente (anotações da segunda coluna da tabela).

Fonte: livro DC

FIGURA 18 – Experimento 2 (2b e 2c - EXP e EXI) - Capítulo 2 – Dispersões: soluções, coloides e suspensão



1. A filtração separou algum componente inicial? Registre na quinta coluna da tabela. Quais materiais foram separados e em quais dispersões?

2. O que é possível concluir sobre o tamanho das partículas dos materiais que compõem as dispersões após a realização deste experimento

Aprofunde seus conhecimentos...

Muitos materiais de uso diário são dispersões de uma substância em outra. Veja alguns exemplos.

A água do mar é uma dispersão de sais em água. Mesmo a água potável é uma dispersão de alguns sais em água. O ar atmosférico filtrado é uma dispersão de oxigênio e outros gases, em menor proporção, em nitrogênio. Se considerarmos sem ser filtrado, temos partículas sólidas, como poeira e cinzas, dispersas na mistura gasosa de oxigênio e nitrogênio.

A manteiga é uma dispersão de uma solução aquosa na gordura da manteiga.

As tintas são, em geral, dispersões de sólidos em líquidos, os sólidos normalmente são os pigmentos coloridos e o líquido os solventes que evaporam durante a secagem da tinta.

Fonte: BELTRAN, Nelson Orlando, LIEGEL, Rodrigo Marchiori. Química: Ensino Médio, 2ª série. Brasília: CIB-Cisbrasil, 2006.

Agora é com você!

Complete a tabela abaixo utilizando várias fontes de pesquisa. Seu entendimento permite compreender resumidamente aspectos conceituais que fundamentam as dispersões.

Tipo de dispersão	Solução verdadeira	Dispersão coloidal	Suspensão
Dimensão em nanômetros			
Ação da gravidade e centrifugas (deccantam ou não)			
Ação de ultracentrifugas (deccantam ou não)			
Ação de filtros comuns (retidas ou não)			
Ação de ultrafiltros (retidas ou não)			
Visualização em microscópios (visíveis ou não)			
Visualização em ultramicroscópios (visíveis ou não)			

Fonte: BELTRAN, Nelson Orlando, LIEGEL, Rodrigo Marchiori. Química: Ensino Médio, 2ª série. Brasília: CIB-Cisbrasil, 2006.

Fonte: livro DC

Os experimentos apresentam propostas diversas: a investigação, o exercício prático e a familiarização do aluno com o trabalho científico, aprendendo as destrezas e os procedimentos próprios, impulsionando a elaboração de hipóteses ou a aprendizagem a partir do estudo teórico para a interpretação de um fenômeno. Mesmo que não seja o objetivo desta pesquisa o professor como articulador da aprendizagem ressalta-se que um professor que tenha clareza sobre as ações que pretende instigar em seus alunos poderá dar um enfoque mais investigativo, não focando somente na familiarização com o trabalho científico. A atuação do professor como grande articulador do processo de ensino e aprendizagem é crucial.

2.3.3 Potencialidades assinaladas: evidências dos experimentos

Em se tratando das potencialidades que a experimentação evidenciada no livro DC apresenta, é possível destacar quatro aspectos. O primeiro deles refere-se à instrumentalização para as disciplinas que se dispuserem a dialogar com/por meio da obra. A abertura para o diálogo com outras áreas está explícita em todos os

capítulos, desde as áreas afins, ciências naturais, até as humanas e das linguagens. A questão interdisciplinar é clara e provoca um “extravasar” de discussões que se misturam, promovendo uma linha tênue entre as áreas contempladas. Não nega a disciplinaridade, mas traz abertura epistêmica para o diálogo. Como exemplo apresenta-se o convite ao diálogo posto no capítulo 5: *Alimentos: uma questão química, biológica, social, cultural e de cozinha*, Figura 18.

A discussão proporcionada perpassa a questão do metabolismo que movimenta o espaço interno de cada uma das células de nosso corpo. Essa discussão transita também pela qualidade das moléculas ingeridas e pela composição da alimentação das pessoas, o que envolve aspectos sociais, culturais e econômicos (LUCA; SANTOS, 2010). Essas temáticas tangenciam os conhecimentos de diversas áreas do saber, viabilizando discussões qualificadas sobre a alimentação. No final do texto fica o convite para que os alunos investiguem os alimentos que chegam à sua mesa: onde foi cultivado, por quem e qual seu ciclo de vida, dentre outros aspectos que possam revelar a qualidade de nossas escolhas.

FIGURA 19 – Capítulo 5 – Alimentos: uma questão química, biológica, social, cultural e de cozinha

5. Alimentos: uma questão química, biológica, social, cultural e de cozinha.

A cozinha guarda em si a fantástica possibilidade de conhecermos, cheirarmos e manipularmos moléculas, pois os alimentos que ingerimos nada mais são do que moléculas preparadas e quando reconhecidas pelo nosso organismo se tornam moléculas responsáveis pela vida.

Esse intrincado metabolismo que movimenta o espaço interno de cada uma das células de nosso corpo é mantido pela qualidade “das moléculas” do alimento que ingerimos. Como nos revela Schwarcz¹⁶: “A nutrição é importante. O desafio é separar o joio do trigo, e chegar a algumas conclusões práticas sobre o que comer com base não no que ouvimos dizer, mas em ciência segura.” De todos os alimentos que ingerimos, podemos absorver nada ou absorver moléculas que garantam a integridade metabólica de nossos tecidos, que atuem no tratamento e defesa de estruturas ameaçadas, gerando um completo e benéfico ou, maléfico estar físico.

A composição da alimentação das pessoas perpassa por aspectos sociais, culturais e econômicos. Participamos de vários grupos sociais, cada qual marcado por um hábito alimentar; na família normalmente fazemos as refeições principais, no grupo

¹⁶ SCHWARCZ, Joseph A. *Uma maçã por dia: mitos e verdades sobre os alimentos que comemos*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2008, p.10.

escolar dividimos “os recreios”, num aniversário ou festividades compartilhamos alimentos comemorativos... Inúmeras são as oportunidades alimentares que presenciamos e nelas, o que comer? Uma resposta, intimamente pessoal.

As etnias, assim como o poder econômico, caracterizam significativamente o alimento oferecido. No Brasil, com sua imensa área territorial, encontramos cardápios marcados pelos povos colonizadores, tais como: a feijoada, africana; massas, italiana; o bacalhau, português; as tortas e doces, alemães; entre outros. Isso além da gastronomia peculiar regional, como o vatapá no nordeste e o churrasco no sul.

Mesmo sem percebermos, o alimentar-se é uma questão de cidadania. Fazer opções conscientes e buscar informações sobre o alimento que chega as nossas mesas: onde foi cultivado, por quem, qual seu ciclo de vida, revela uma sociedade mais sábia e solidária.

Um segundo ponto a destacar é a possibilidade de acesso ao conhecimento pelos alunos por meio das leituras e das discussões do livro. Os alunos se envolvem, compartilham e compactuam do contexto dos alimentos. Exemplo disso é o “crochê”, onde a cada ponto que se entrelaça, busca-se mais linha para entrelaçar outro ponto. Assim também são as discussões, pois proporcionam e justificam os experimentos. Estão dispostas, envoltas na “trama” dos questionamentos iniciais, que impulsionam as próximas ações.

Ainda é importante ressaltar a importância do trabalho em grupo. Essa experimentação proporciona aos alunos o desafio na interpretação dos dados coletados, a explicação e a avaliação dos próprios procedimentos, favorecendo os conhecimentos prévios dos alunos. O trabalho em grupo “[...] introduz os alunos nos aspectos sociais da ciência, além de proporcionar oportunidades para o desenvolvimento de habilidades básicas de aprendizagem” (Ward *et al.*, 2010, p. 25). Oportuniza metodologias como o ensino pela pesquisa, o ensino investigativo, a metodologia de projetos (metodologia ativa) e a resolução de problemas.

As leituras do box “*Aprofunde seus conhecimentos...*” funcionam como “alavancas” para que o professor lance novos olhares sobre as situações apresentadas.

O experimento 7, no Capítulo 10 expressa como os alunos continuam as investigações após a realização dos experimentos estimulados. A leitura e a pesquisa são evidenciadas nos questionamentos apresentados no experimento:

1. Em quais alimentos foi identificada a presença de proteínas? 2. Como você chegou a esta conclusão? 3. Pesquise quais foram estas proteínas que permitiram a reação na clara de ovo e no leite (LUCA; SANTOS, 2010, p. 103).

FIGURA 20 – Experimento 7 – capítulo 10 – Identificação das proteínas.

princípio ativo, reage diante de um agente químico específico, o seu *substrato*, permitindo que este participe dos processos químicos vitais milhares ou milhões de vezes mais depressa do que normalmente participaria. As moléculas de cada tipo de enzima têm uma forma própria, que pode reagir apenas com um substrato específico, e assim catalisam apenas uma reação química específica. Há uma única enzima para cada uma das centenas de reações químicas essenciais para a vida de todas as plantas e de todos os animais.

Fonte: WOLKE, Robert L. **O que Einstein disse ao seu cozinheiro, 2: mais ciência na cozinha**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2005.

E nos alimentos que ingerimos há proteínas? Hora de certificar-se!



Experimento 7 – Você precisará de clara de ovo crua, leite, amido de milho, solução concentrada de hidróxido de sódio (soda cáustica) e solução de sulfato de cobre a 5%.

Coloque 20 gotas de cada uma das duas soluções em quatro tubos de ensaio. Misture-as com bastão de vidro. No tubo dois, pingue 3 gotas de clara de ovo crua. No tubo três, uma colher de chá de amido de milho e no tubo quatro, 5 gotas de leite. O tubo um será utilizado para comparar as variações dos demais tubos, ou seja, será o controle. Observe as cores que aparecem nos tubos e anote os resultados.

Você acabou de presenciar uma reação de identificação de proteínas conhecida como teste de biureto. O sulfato de cobre em meio alcalino tem cor azul e quando está na presença de proteínas reage e adquire tonalidades do rosa ao roxo.

102



1. Em quais alimentos foi identificada a presença de proteínas?
2. Como você chegou a esta conclusão?
3. Pesquise quais foram estas proteínas que permitiram a reação na clara do ovo e no leite.

As proteínas presentes nos alimentos testados são constituídas por unidades moleculares denominadas aminoácidos, que se unem através de ligações peptídicas. Esta estrutura química é a similaridade entre todas as proteínas, ou seja, independente da natureza proteica, todas serão longas e “elegantes” cadeias de aminoácidos que assumem formas de acordo com a função a ser desempenhada lhe atribuindo à classificação em primária, secundária, terciária e quaternária. O surpreendente dessas substâncias é que onde quer que estejam, na matéria viva, serão compostas pela organização de apenas vinte tipos diferentes de aminoácidos, conhecidos até o momento.

Uma das mais fascinantes atividades celulares é a síntese proteica contando com a participação do DNA, RNAs e do cenário ribossômico. Na ingestão dos alimentos, estamos proporcionando ao nosso universo microscópico a matéria prima (aminoácidos – aa) para o engendramento da síntese

103

Fonte: livro DC

O livro DC não está “engessado”, no sentido de exigir uma sequência de abordagem. Os capítulos e os temas oportunizam discussões conceituais, além do desenvolvimento de habilidades e de atitudes por meio da experimentação, das leituras diferenciadas, da escrita e dos registros específicos.

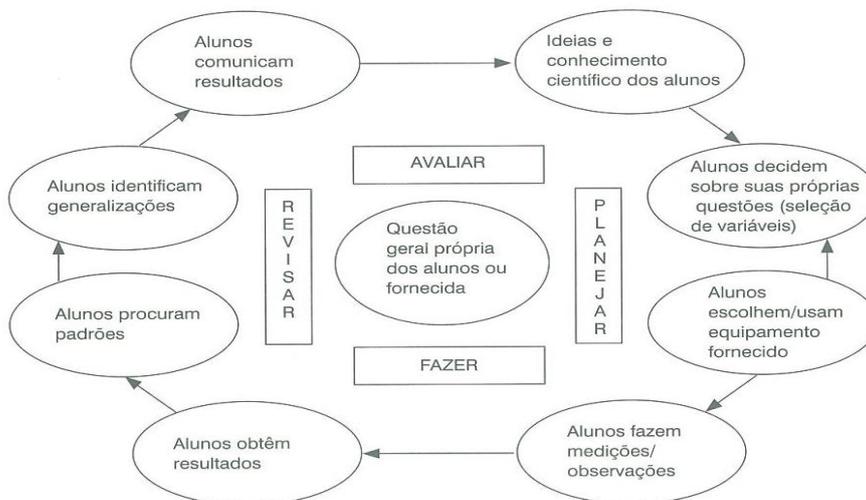
Observando o sumário, os capítulos e os temas explicitados no livro DC, é possível perceber que tanto o professor de Química quanto o de Biologia podem escolher qualquer capítulo, independentemente dos outros, e desenvolver as abordagens conforme a sua organização curricular. Esta “liberdade” é positiva, pois abre um espaço para autonomia e autoria do professor por meio da percepção da realidade vivenciada na escola.

Além disso, é papel do professor propiciar o desenvolvimento de habilidades para que os alunos aprendam ciências, bem como habilidades processuais, para que “[...] à medida que amadurecem, os alunos possam explorar o mundo de um modo mais sistemático, organizado e significativo” (WARD *et al.*, 2010, p. 34).

Neste sentido, o livro DC possibilita o desenvolvimento das habilidades processuais apresentadas por WARD *et al.* (2010): observar, questionar e levantar

hipóteses, das fundamentais às mais avançadas, como planejar, prever e interpretar dados. Através da categorização dos experimentos é possível perceber essas habilidades descritas e solicitadas nos procedimentos e questionamentos. A Figura 20 apresenta um esquema que demonstra as habilidades processuais que podem ser desenvolvidas no decorrer da vida escolar com a finalidade de aprender ciência. Observa-se que isto se dá num ciclo, evidenciando um processo de aprendizagens.

FIGURA 21 – Habilidades processuais apresentada por WARD *et al.* 2010



Fonte: WARD *et al.*, 2010, p. 35.

2.3.4 Limitações e fragilidades da proposta experimental

As percepções acerca das limitações do livro DC estão centradas em três aspectos. Primeiramente destacamos que na elaboração do livro não contemplamos e muito menos pensamos em objetivos pré-definidos, que identificassem os experimentos como categorias. A construção do livro teve como direção as trilhas de duas professoras, envolvidas com as possibilidades de promover aprendizagem. Um olhar mais atento nos mostra as fragilidades na apresentação de alguns experimentos que poderiam ser mais explorados, no sentido de possibilitar a investigação ou privilegiar outra categoria.

Como exemplo, na Figura 21, no experimento 1 do Capítulo 10 apresentamos o teste dos lipídios. Os alunos precisam esfregar os alimentos no papel e perceber uma mancha. Esta mancha identifica a presença do lipídio no alimento. O experimento termina com a observação da mancha no papel. Entretanto,

poderíamos ter explorado mais as hipóteses e explicações dos alunos, no sentido de investigar as justificativas para tal, conforme a seguinte transcrição: “Teste os alimentos esfregando-os em uma folha de papel fino, deixando-os secar completamente e observe quais mancharam o papel, estes se compõem também de lipídio (LUCA; SANTOS, 2010, p. 89).

FIGURA 22 – Experimento 1 – Capítulo 10 – Teste de identificação dos lipídios

reconhecidas biologicamente e convidadas a cumprir seu papel, mantendo a integridade das estruturas vivas.

Observe os rótulos de alimentos industrializados. Nesses rótulos você poderá encontrar uma tabela de informação nutricional. Geralmente apresenta algumas substâncias que compõem os alimentos e suas quantidades, entre elas: carboidratos, lipídios, proteínas, vitaminas e sais minerais. Neste momento podemos identificar o que seja o alimento e seus nutrientes.

Informação/Información Nutricional		
	por 100g de pó	por 25g de pó
Valor Energético	382 kcal	95 kcal
Proteínas	4,8 g	1,2 g
Carboidratos	84,2 g	21,0 g
Gorduras	2,9 g	0,7 g
Fibra Alimentar	5,0 g	1,2 g
% da ingestão diária recomendada (IDR)		
	por 100g de pó	por 25g de pó
Vitamina A	120%	30%
Vitamina E	120%	30%
Vitamina C	120%	30%
Vitamina B1	120%	30%
Vitamina B2	120%	30%
Vitamina B6	120%	30%
Vitamina PP	120%	30%

Fonte: Tabela nutricional retirada da embalagem original do produto (achocolatado)

10.1 Lipídios

Quantas vezes você já manchou a roupa com algumas gotas de gordura? Pois é, agora poderá realizar um teste com os alimentos observando qual deles mancha o papel, identificando a presença de lipídios.

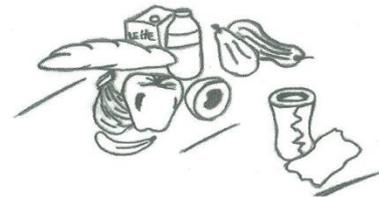


Experimento 1 – Para tal precisará de algumas amostras de alimentos como: pão, óleo de cozinha, leite, legumes (chuchu, abóbora), frutos

88

Fonte: livro DC

(banana, maçã, abacate), batata cozida e arroz cozido. Teste esses alimentos esfregando-os em uma folha de papel fino, deixando-os secar completamente e observe quais mancharam o papel, estes se compõem também de lipídio.



Aprofunde seus conhecimentos...



Lipídios: família de substâncias orgânicas que se dissolvem pouco ou nada em água, mas que o fazem bem em solventes como o benzeno ou clorofórmio. Em temperatura ambiente, os lipídios sólidos costumam ser denominados *gorduras*, enquanto os líquidos são denominados *óleos*. A maioria dos lipídios, embora não todos é formada por ácidos graxos, moléculas que contêm entre 14 e 22 átomos de carbonos. Os ácidos graxos essenciais são aqueles que o organismo não pode produzir, e devem, portanto, ser fornecidos pela dieta, como, por exemplo, o ácido linoleico. Os vertebrados armazenam energia em forma de gorduras, enquanto as plantas, em geral, armazenam energia em forma de óleos, em particular nas sementes e nos frutos. Entre os grupos de lipídios que não contêm ácidos graxos encontramos os esteróides e terpenos. Um exemplo de esteróide é o colesterol que é produzido pelo organismo, mas também pode provir da

89

Outro limitador pode estar no aspecto direcionador de algumas atividades experimentais no livro DC. Isso fica explicitado no planejamento restritivo e focalizado, evidenciando um fazer do aluno mais fechado, exigindo a execução do experimento, a observação de aspectos julgados relevantes pelo professor e a explicação dos resultados antecipada. Como pode ser explicitado na Figura 20, logo após a execução do experimento 7, no capítulo 10 – *Teste de identificação das proteínas* – apresentam-se as explicações do ocorrido desfavorecendo o “raciocínio argumentativo”, referenciado pela pesquisadora Maria Pillar Jiménez-Aleixandre como relevante para o Ensino de Ciências. Este deve “[...] promover práticas com o objetivo de desenvolver, entre outros, a capacidade de raciocinar e argumentar” (SASSERON; MACHADO, 2017, p. 36).

FIGURA 23 – Experimento 7 – Capítulo 10 – Teste de identificação das proteínas

princípio ativo, reage diante de um agente químico específico, o seu *substrato*, permitindo que este participe dos processos químicos vitais milhares ou milhões de vezes mais depressa do que normalmente participaria. As moléculas de cada tipo de enzima têm uma forma própria, que pode reagir apenas com um substrato específico, e assim catalisam apenas uma reação química específica. Há uma única enzima para cada uma das centenas de reações químicas essenciais para a vida de todas as plantas e de todos os animais.

Fonte: WOLKE, Robert L. **O que Einstein disse ao seu cozinheiro, 2: mais ciência na cozinha**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2005.

E nos alimentos que ingerimos há proteínas? Hora de certificar-se!



Experimento 7 – Você precisará de clara de ovo crua, leite, amido de milho, solução concentrada de hidróxido de sódio (soda cáustica) e solução de sulfato de cobre a 5%.

Coloque 20 gotas de cada uma das duas soluções em quatro tubos de ensaio. Misture-as com bastão de vidro. No tubo dois, pingue 3 gotas de clara de ovo crua. No tubo três, uma colher de chá de amido de milho e no tubo quatro, 5 gotas de leite. O tubo um será utilizado para comparar as variações dos demais tubos, ou seja, será o controle. Observe as cores que aparecem nos tubos e anote os resultados.

Você acabou de presenciar uma reação de identificação de proteínas conhecida como teste de biureto. O sulfato de cobre em meio alcalino tem cor azul e quando está na presença de proteínas reage e adquire tonalidades do rosa ao roxo.

102



1. Em quais alimentos foi identificada a presença de proteínas?
2. Como você chegou a esta conclusão?
3. Pesquise quais foram estas proteínas que permitiram a reação na clara do ovo e no leite.

As proteínas presentes nos alimentos testados são constituídas por unidades moleculares denominadas aminoácidos, que se unem através de ligações peptídicas. Esta estrutura química é a similaridade entre todas as proteínas, ou seja, independente da natureza proteica, todas serão longas e “elegantes” cadeias de aminoácidos que assumem formas de acordo com a função a ser desempenhada lhe atribuindo à classificação em primária, secundária, terciária e quaternária. O surpreendente dessas substâncias é que onde quer que estejam, na matéria viva, serão compostas pela organização de apenas vinte tipos diferentes de aminoácidos, conhecidos até o momento.

Uma das mais fascinantes atividades celulares é a síntese proteica contando com a participação do DNA, RNAs e do cenário ribossômico. Na ingestão dos alimentos, estamos proporcionando ao nosso universo microscópico a matéria prima (aminoácidos – aa) para o engendramento da síntese

103

Fonte: livro DC

Este limitador pode ser considerado negativo, a partir de uma perspectiva investigativa e de resolução de problemas abertos, caracterizando a autonomia e a argumentação do aluno. A argumentação conforme Sasseron; Machado (2017, p. 36) “[...] é uma habilidade central propiciada também pelos saberes científicos que promove o aluno às condições de criticidade e reflexão acerca dos problemas do seu cotidiano”.

Outro aspecto a ser destacado refere-se à formulação das perguntas nos experimentos. Realizando uma busca mais sistemática, percebe-se que em alguns experimentos, como na página 167, os questionamentos lançados aos alunos permitem que eles respondam somente sim ou não. Exemplo disso é a seguinte pergunta: “*Houve mudança na coloração dos tubos?*” A resposta pode ser SIM ou NÃO. Sabe-se que as perguntas são sempre um ótimo trabalho de interação, mas não devem oportunizar somente as respostas “sim”, “não” ou “é possível”. Neste sentido, Sasseron; Machado (2017, p. 36) apresentam que “[...] a pergunta contém

em si uma forma de pensar científica, instiga a curiosidade dos alunos, mostra-lhes uma forma de ação questionadora e transpassa a essência do fazer científico”.

Desta forma, os questionamentos poderiam ter sido melhor explorados, promovendo maior interação, instigando aos alunos a exporem suas ideias sobre o fato, “[...] muitas ideias trazidas por eles precisam ser exploradas, seja colocando-as em evidência, seja confrontando a ideia exposta, ou mesmo solicitando o aprofundamento do que já foi dito”. Assim, ao invés de perguntar: “*Houve mudança na coloração dos tubos?*”, o questionamento poderia ser: “*Descreva a mudança que houve na coloração dos tubos*”.

Contudo é a condução do professor que fará a diferença, no sentido de favorecer a autonomia do aluno. Mesmo que os experimentos tenham os procedimentos pré-estabelecidos, o professor pode

Criar condições para que os alunos digam o que pensam com convicção, argumentem com precisão e exponham suas ideias com persuasão (e não repetindo o que professor disse) são objetivos a serem atingidos em todo ensino construtivista, mas que só podem ser alcançados através de um trabalho diário, perseverante e muito atento do professor (CARVALHO *et al.*, 1998, p. 30).

2.4 A EXPERIMENTAÇÃO CONTEXTUALIZADA E INTERDISCIPLINAR EVIDENCIADA NO LIVRO DC: ENTENDIMENTOS DAS AUTORAS

O termo *experimentação contextualizada e interdisciplinar* foi concebido pelas autoras do livro DC, considerando sua concepção, estrutura e abordagem em sala de aula. A elaboração do livro emergiu da prática docente de duas professoras das áreas da Química e da Biologia, que a partir da reflexão de suas ações docentes resolveram planejar e elaborar juntas um material didático com o intuito de valorizar os conhecimentos disciplinares, para que através do diálogo entre os saberes, os conhecimentos pudessem se complementar. Estas ideias foram explicitadas no posfácio do livro DC: “A Química e a Biologia, áreas tratadas durante muito tempo e por muitos como opostos contraditórios, hoje apresentadas por nós como sobremesas, opostos complementares que se evidenciaram no desenrolar do diálogo apresentado” (LUCA; SANTOS, 2010, p. 183).

A experimentação pensada dessa forma se manifesta como algo que transcende ao que é próprio de cada disciplina. Os conhecimentos químicos vão

tangenciando os biológicos, formando uma linha tênue que busca no outro conteúdo aquilo que se necessita compreender. A interdisciplinaridade surge dessa interação, “[...] é o princípio da máxima exploração das potencialidades de cada ciência, da compreensão dos seus limites, mas acima de tudo, é o princípio da diversidade e da criatividade” (ETGES, 1993, p. 18).

Para uma das autoras do livro DC a interdisciplinaridade constitui-se do diálogo e da interface com outras áreas do saber, permitindo compreender para além dos conhecimentos próprios da disciplina em questão, integrando os saberes e possibilitando novos olhares e entendimentos do contexto proposto. Isto está explicitado no trecho a seguir:

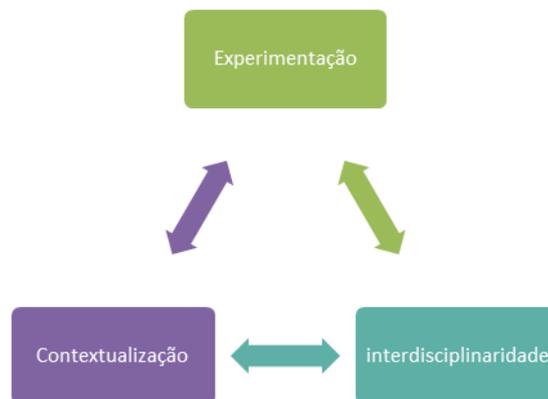
E a interdisciplinaridade ela é o diálogo, ela é a interface com outras áreas, por que a biologia ela terá um objeto definido, ela terá conceitos, conteúdos conceituais fundamentais, mas eles não dão conta de olhar para esse entorno que é o contexto. Então eu busco, eu me amparo, eu dialogo, eu crio elos com outras áreas que me permitirão compreender além dos limites da própria biologia. Assim a interdisciplinaridade é essa integração dos saberes das disciplinas, permitindo a melhor compreensão do contexto a partir do texto do ensino da biologia (Fragmento extraído do questionário respondido por uma das autoras do livro DC, 2015).

Isso nos remete ao que Furlanetto (2014, p. 69) define como interdisciplinaridade “[...] não se caracteriza como uma nova disciplina, mas como um conhecimento novo produzido não no centro dos territórios disciplinares, mas nas bordas, assumindo, dessa forma, características de conhecimento de fronteira”. Ainda complementa que esta “[...] fronteira é inicialmente compreendida com linha divisória e estanque que interrompe e separa pode assumir sentidos que ampliam sua compreensão. E que [...] ao separar cumpre papel fundamental na construção da identidade” (FURLANETTO, 2014, p. 70).

Contudo, no livro DC a interdisciplinaridade é impulsionada pelo contexto proposto na experimentação: os alimentos. É através da compreensão desta temática que as áreas dialogam, buscando explicitar conceitos, termos, problemáticas que surgem através da experimentação. A Figura 23 apresenta a relação entre a experimentação, a contextualização e a interdisciplinaridade. As flechas indicam um sentido reversível, num ciclo impulsionado pela dinâmica da compreensão que cada área do saber se propõe a explorar e esclarecer. Este ir e vir promove um diálogo nas regiões fronteiriças, expressando a complexidade e o movimento de pensar, agir e relacionar mapas disciplinares, que além de serem

compartilhados, são revistos e retraçados, numa perspectiva que requer aberturas, encontros e interlocuções possíveis, por meio de uma dialética que une e relaciona (FURLANETTO, 2014).

FIGURA 24 – Esquema de relação entre os termos: experimentação, interdisciplinaridade e contextualização



A contextualização é entendida pelas autoras como algo que está envolto, imerso, encharcado de significados e de vivências. O sentido que expressa este termo pode ser comparado a um “mergulho”. Para nadadores experientes este ato é emocionante e proporciona a sensação de desvendar algo novo, enxergar aquilo que fora deste cenário não é possível. É imprescindível o impulso para adentrar no meio aquoso, o que acontece através dos movimentos do corpo, cabeça, braços e pernas. O olhar se abre para um espaço antes desconhecido, mas que somente é revelado pelo mergulho.

O contexto proporciona a função social da disciplina, que se dá na relação entre sujeito e objeto. A contextualização é entendida como o entorno de um texto. Assim também a contextualização constitui-se de uma complexidade e de uma amplitude maior se comparada ao conteúdo em si, revelando os significados, aplicabilidades e entendimentos dos fenômenos. “É a contextualização que estabelece a margem, que delimita os caminhos a serem percorridos” (ALMEIDA, 2011, p. 40). Aqui se desenha outra vez a fronteira, a linha divisória que determina o caminho a ser percorrido. E é neste viés que a contextualização remete ao cotidiano, que estando próximo, trata-se da vivência e precisa ser desvelado. Conforme Lufti, (1992) o cotidiano abrange um campo rico de discussões e reflexões de processos físicos, químicos e bioquímicos que por serem vividos por todos e não refletidos, que se tornam espontâneos e passíveis de interação.

2.4.1 Diálogos teóricos sobre contextualização e interdisciplinaridade: demarcando alguns posicionamentos

Avançando nesta perspectiva, pretendo apresentar e discutir aspectos pertinentes ao conceito de contextualização no ensino e a interdisciplinaridade como forma de articulação do processo de ensino e aprendizagem por meio da experimentação. Para tal buscou-se diálogos teóricos com Lopes (2008); Wartha, Silva e Bejarano (2013); Thiesen (2008); Brasil (2010); Brasil (2006); Santomé (1998); Kato e Kawasaki (2011); Luffi (1988, 1992); Zucolotto *et al.* (2004) e Furlanetto (2014).

2.4.1.1 A contextualização no ensino de Química: a relação entre sujeito e objeto

A contextualização do ensino foi preconizada nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1998). Atende à Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), que estabelece como uma das finalidades do Ensino Médio a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando. Este deve continuar aprendendo, de modo a ser capaz a adaptar com flexibilidade às novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores.

Elas abrigam uma visão do conhecimento e das formas de tratá-los para ensinar e para aprender que permite dar significado integrador a duas outras dimensões do currículo de forma a evitar transformá-las em novas dualidades ou reforçar as já existentes: base nacional comum/parte diversificada, e formação geral/preparação básica para o trabalho (BRASIL, 1998, p. 50).

O fato é que este termo está impregnado nos objetivos educacionais, sendo anunciado nos discursos de professores e referenciado por vários pesquisadores em educação em Química. Os documentos oficiais apresentam que contextualizar o conteúdo na sala de aula indica essencialmente assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto. Ainda enfatizam que a contextualização é concebida como recurso por meio do qual se busca dar um novo significado ao conhecimento escolar, possibilitando ao aluno uma aprendizagem mais significativa (BRASIL, 1999).

Apesar de estar presente nos documentos curriculares oficiais mais recentes, o significado de contextualização possui origens em propostas anteriores

para o ensino de um modo geral. Nas décadas de 1980 e 1990 a valorização do cotidiano⁴ do aluno no processo de aprendizagem escolar era proclamada no meio educacional. Fracalanza; Amaral; Gouveia (1986) apresentam duas versões que justificavam a utilização do cotidiano no processo de ensino e aprendizagem: uma delas se preocupava com aplicação do aprendizado na solução de problemas práticos da vida do estudante e outra anunciava o uso do cotidiano como forma de motivação do aluno. Os autores ressaltam que essas versões possuem equívocos, relacionados ao risco de transformar o ensino de Ciências em um curso de tecnologia caseira, e a noção difundida pelos livros didáticos de um cotidiano padronizado e estereotipado. Já naquela época acreditava-se que a contribuição do uso do cotidiano na aprendizagem precisava de reformulação, buscando “[...] a articulação entre cotidiano, que representa o conteúdo vivido pelo aluno, e os níveis mais conceituais e abstratos da aprendizagem” (FRACALANZA; AMARAL; GOUVEIA, 1986, p. 119).

Neste sentido, Canto; Peruzzo (1993) buscaram enfatizar o cotidiano como uma proposta de abordagem no ensino de Química no material didático: *Química na abordagem do cotidiano*. Esta iniciativa foi muito bem recebida por parte dos professores de Química sendo utilizada até nos dias de hoje como material didático. Contudo, Wartha; Silva; Bejarano (2013), apontam que pesquisadores têm considerado que a abordagem do cotidiano neste material é superficial, apresentando relações esparsas entre contextos e conhecimentos científicos.

A *Proposta Curricular para o Ensino de Química: 2º grau (1988) para o Estado São Paulo* tinha como um dos princípios orientadores o cotidiano no ensino de Química. A concepção de cotidiano defendida pelos autores da proposta se baseia na análise de situações reais, privilegiando os

[...] conteúdos contextualizados, isto é, que tenham significação humana e social, propõe-se que se tome como ponto de partida situações de interesse imediato do aluno, o que ele vive, conhece ou sofre influências e que se atinjam os conhecimentos químicos historicamente elaborados, de modo que lhe permitam analisar criticamente a aplicação destes na sociedade (SÃO PAULO, 1988, p. 17-18).

⁴O termo cotidiano há alguns anos tem sido caracterizado como um recurso que busca relacionar o ensino de conteúdos com os fenômenos que ocorrem no dia a dia das pessoas com vistas à aprendizagem de conceitos preconizados por (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002; SANTOS; MORTIMER, 1999; LUTFI, 1992).

Em se tratando de propostas problematizadoras do cotidiano, destacam-se duas obras de Lutfi (1988; 1992): *Cotidiano e Educação em Química: os aditivos em alimentos* como proposta para o ensino de Química no 2º grau, em *Os ferrados e os cromados: produção social e apropriação privada do conhecimento químico*. Essas apresentam que os “[...] processos vividos por todos e não refletidos, espontâneos, a reflexão sobre eles pode levar-nos a níveis acima da cotidianidade” (LUFTI, 1992, p. 16). Estas propostas contemplaram os conteúdos conceituais numa relação de compreensão e possíveis implicações sociais, ambientais e políticas. Lutfi (1988, 1992) problematiza as questões cotidianas de forma a transcender a sala de aula.

[...] o cotidiano não como uma relação individual com a sociedade, pois existem mecanismos de acomodação e alienação que permeiam as classes sociais, mas considera a necessidade de fazer emergir o extraordinário daquilo que é ordinário, ou seja, buscar naquilo que nos pareça mais comum, mais próximo, o que existe de extraordinário, que foge ao bom senso, em que tem uma explicação que precisa ser desvelada (LUFTI, 1992, p. 15).

A utilização de fatos e conteúdos relacionados com o cotidiano foi sendo incorporada por vários projetos em educação química e possibilitaram um novo olhar na elaboração dos materiais didáticos. É sabido que a partir da promulgação dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM em 1999, o termo cotidiano foi substituído por contextualização e muitas vezes estes termos são utilizados como sinônimos, implicando certo reducionismo assumindo entendimentos como simples exemplificações do conhecimento científico nos fatos cotidianos (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013). Kato e Kawasaki (2011, p. 39) ressaltam que “[...] contextualizar o ensino é aproximar o conteúdo formal (científico) do conhecimento trazido pelo aluno (não formal), para que o conteúdo escolar torne-se interessante e significativo para ele”.

A concepção de termo contextualização é consequência da apropriação de muitos discursos curriculares nacionais e internacionais, em contextos acadêmicos diversos, tanto oficiais como das agências multilaterais. A interpretação para o contexto nas diretrizes curriculares para o Ensino Médio considera os seguintes aspectos: trabalho; cidadania e vida pessoal, tanto cotidiana como a convivência. Aliado ao mundo do trabalho está a tecnologia, que por excelência é capaz de contextualizar os conhecimentos (LOPES, 2008).

O que fundamenta o conceito de contextualização são as ideias da aprendizagem situada⁵ de David Stein (1998), que conforme Lopes (2008) está baseada na vivência de situações do dia a dia, segundo os interesses dos alunos na produção de significados, desvinculadas da pura transmissão de conceitos. “A ideia de contextualização também aparece ligada à valorização do cotidiano: é defendida a relação intrínseca entre os saberes escolares e as questões concretas da vida dos alunos” (LOPES, 2008, p. 143).

A aprendizagem situada (contextualizada) é associada à preocupação em retirar o aluno da condição de espectador passivo, em produzir uma aprendizagem significativa e em desenvolver o conhecimento espontâneo do abstrato. Com referências constantes a Vygostky e a Piaget, a contextualização nesses momentos aproxima-se mais da valorização dos saberes prévios dos alunos. Nesse caso, contextualizar é, sobretudo, não entender o aluno como tábula rasa (BRASIL, 1999, p. 1-4).

Kato; Kawasaki (2011, p. 36) apresentam que a contextualização “[...] no ensino surgiu em um momento da educação formal no qual os conteúdos escolares eram apresentados de forma fragmentada e isolada, apartados de seus contextos de produção científica, educacional e social”.

Lopes (2008) explicita que o maior problema relacionado à questão da fragmentação dos conteúdos pela escola é a retirada dos conceitos de sua historicidade e sua problemática.

Os saberes ensinados aparecem como saberes sem produtores, sem origem, sem lugar, transcendentais ao tempo, ensinando-se apenas o resultado, isolando-os da história de construção do conceito, retirando-os do conjunto de problemas e questões que os originaram. Nesta perspectiva de ensino, os currículos escolares tornam-se inadequados à realidade em que estão inseridos, pois estão centrados em conteúdos muito formais e distantes do mundo vivido pelos alunos, sem qualquer preocupação com os contextos que são mais próximos e significativos para os alunos e sem fazer a ponte entre o que se aprende na escola e o que se faz, vive e observa no dia a dia (KATO; KAWASAKI, 2011, p. 36).

Essas discussões reafirmam a contextualização como necessária e imprescindível, tendo em vista que

⁵Aprendizagem situada é originária de programas de preparação profissional e também fundamenta os projetos de ensino e aprendizagem contextual (Contextual Teaching and Learning – CTL) em franco desenvolvimento nos EUA desde os anos 1990. Essas abordagens recuperaram as ideias de Dewey, Bruner e Piaget, que associam aprendizagem situada, contextual e atendimento às demandas da nova economia.

O enraizamento na construção dos significados constitui-se por meio do aproveitamento e da incorporação de relações vivenciadas e valorizadas no contexto em que se originam na trama de relações em que a realidade é tecida, em outras palavras, trata-se de uma contextualização (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013, p. 86).

A contextualização apresentada nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006) pode ser entendida por meio de abordagem de temas sociais e situações de alta vivência, metodologias apresentadas por Santos e Schnetzler (1997) e Maldaner (2000). Contextualizar como bem explicita Galiazzi; Gonçalves (2004, p. 246) “[...] implica, em síntese, trazer para a discussão em sala de aula aspectos culturais, econômicos, políticos e sociais relacionados com ele”.

Zanon (2008) reitera que desenvolver vínculos entre os conteúdos escolares e aspectos da realidade vivencial dos estudantes constitui-se um desafio e que não é simples. A autora evidencia que a problematização de uma situação real com o objetivo de interpretá-lo à luz das teorias científicas, buscando contextualizar os conceitos científicos a serem significados, é algo desafiador. Neste sentido outra demanda é necessária: a ampliação dos horizontes do cotidiano, complexificando os conceitos científicos em interações que possam ser abordadas nas aulas de Ciências.

A aprendizagem situada, retirando o aluno da condição de espectador passivo, promove uma aprendizagem significativa, aliada ao desenvolvimento de conhecimentos abstratos: professor e alunos atuam como sujeitos ativos, em contextos interativos que favorecem a mediação de linguagens específicas, valorizadas, sobretudo, em sua dimensão constitutiva, para além da comunicativa (ZANON, 2008, p. 256).

Os conceitos e implicações da contextualização apresentadas e discutidas até aqui revelam que o cotidiano surge como ponto principal para se pensar o contexto, onde se busca a aplicação dos conhecimentos científicos, que na maioria das vezes precisa ser desvelado. A atuação do professor neste processo é imprescindível, pois é ele quem promove a articulação dos saberes advindos dos alunos e também os conhecimentos científicos manifestos no contexto escolhido.

É preciso superar a visão simplista e reducionista tanto do conceito de cotidiano e contextualização quanto das formas de abordagem e desenvolvimento de temas, projetos, sequências didáticas que pretendem trabalhar desta forma. Wartha; Silva; Bejarano (2013) discutem os avanços e contrapontos destas duas

temáticas e evidenciam que o conceito de cotidiano apresentado por Lufti (1988, 1992) se fundamentou nas ideias de Agnes Heller e Henri Lefebvre.

Neste sentido, Wartha; Silva; Bejarano, (2013) pontuam que Heller (1989) indica que alguns esquemas de comportamentos e pensamentos apresentados na vida cotidiana necessitam de estudo, pois as ações concebidas pelas pessoas demonstram-se sem a reflexão consciente e crítica. Considerando que são ações relacionadas a experiências empíricas, exigindo menor esforço e conseqüentemente demandam pouca reflexão de sua ação. “Nessa forma de ver a vida cotidiana, os indivíduos agem e pensam por meio de generalizações tradicionalmente aceitas na sociedade e que eles mesmos estabelecem a partir de suas vivências” (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013, p. 89).

Ainda Wartha; Silva; Bejarano, (2013) explicita que Lefebvre (2000) apresenta a tríade dos espaços sociais, onde acontece a vida cotidiana, em pensar nos espaços vivido, percebido e concebido. Para este autor o espaço vivido é influenciado fortemente pelos outros dois espaços, descrito pelos momentos do dia a dia do indivíduo, marcado pela prática social. Ainda “[...] fundamenta essa visão argumentando que no espaço percebido ocorrem as significações materialistas, empíricas, impregnadas pela atmosfera sociopolítica, pois se trata de um espaço tomado pela mediação” (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013, p. 89).

A intenção de discutir o conceito de cotidiano e contextualização no ensino de Química em particular no viés da experimentação assume na presente pesquisa, acreditar nas possibilidades efetivas de promoção do ensino e aprendizagem dos conceitos científicos por meio desta abordagem. É possível compreender através de diversos autores que a contextualização é necessária e defendo a abordagem do cotidiano a partir de Lufti (1988,1992). A problematização de questões envolvendo as vivências dos alunos requer estudo e interação com outras áreas do saber. Dessa forma, acredito na contextualização do ensino como algo que transcende a sala de aula, que problematiza e interage com os saberes dos alunos e que promove a aprendizagem significativa. Nesta perspectiva se configura a experimentação que emerge de fazeres contextualizados, vivenciados e problematizados na sala de aula.

2.4.1.2 Interdisciplinaridade como forma de contextualizar o ensino

A interdisciplinaridade como conceito e abordagem há muito é alvo de debates educacionais. Os discursos sobre interdisciplinaridade foram disseminados mais fortemente e essencialmente a partir das pesquisas de Hilton Japiassu (décadas de 1960 e 1970) e dos trabalhos de Ivani Fazenda, a partir da década de 1980; além de teóricos no campo do currículo, como Jurjo Torres Santomé (1998). As críticas à fragmentação do conhecimento escolar não são recentes, e mesmo que ainda não tenham sido incorporadas por professores em seus afazeres escolares, fomentam discussões partindo das demandas socioeconômicas.

As Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica (Brasil, 2013) consideram que a escola, frente às demandas da atualidade, “precisa ser reinventada”. Candau (2012) apresenta aspectos importantes que impulsionam a reinvenção da escola. As formas de acesso ao conhecimento são muitas e não são exclusividade da escola, e há a revolução ocasionada pelo impacto dos meios de comunicação em massa, em especial a informática, mostrando outras formas de construção do conhecimento. Este movimento exige “sujeitos inventivos, participativos, cooperativos, preparados para diversificadas inserções sociais, políticas, culturais, laborais e, ao mesmo tempo, capazes de intervir e problematizar as formas de produção e de vida” (BRASIL, 2010, p. 18).

A reinvenção da escola prioriza novos enfoques: “um espaço de diálogo entre diferentes saberes - científico, social, escolar, linguagens e etc; a relação com a articulação entre igualdade e diferença; a questão da cidadania como prática social cotidiana” (CANDAU, 2012, p. 14-5). A organização e gestão do currículo deve ser repensadas, e neste sentido é que se insere a interdisciplinaridade.

As Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica (2013) apontam que

A interdisciplinaridade pressupõe a transferência de métodos de uma disciplina para outra. Ultrapassa-as, mas sua finalidade inscreve-se no estudo disciplinar. Pela abordagem interdisciplinar ocorre a transversalidade do conhecimento constitutivo de diferentes disciplinas, por meio da ação didático-pedagógica mediada pela pedagogia dos projetos temáticos. Estes facilitam a organização coletiva e cooperativa do trabalho pedagógico, embora sejam ainda recursos que vêm sendo utilizados de modo restrito e, às vezes, equivocados (BRASIL, 2010, p. 28).

Os entendimentos apresentados pelas Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica (2013) consideram-na como abordagem teórico-metodológica com ênfase no trabalho de integração das diferentes áreas do conhecimento, na efetiva cooperação e troca, aberta ao diálogo e ao planejamento.

Thiesen (2008) enquanto discute em seu artigo *A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino e aprendizagem*, apresenta que a finalidade da interdisciplinaridade no processo de ensinar e de aprender na escolarização formal, visa articular as abordagens pedagógica e epistemológica, considerando seus avanços, limitações, conflitos e consensos.

Nesta perspectiva, a interdisciplinaridade será

[...] articuladora do processo de ensino e de aprendizagem na medida em que se produzir como atitude (Fazenda, 1979), como modo de pensar (Morin, 2005), como pressuposto na organização curricular (Japiassu, 1976), como fundamento para as opções metodológicas do ensinar (Gadotti, 2004), ou ainda como elemento orientador na formação dos profissionais da educação (THIESEN, 2008, p. 546).

O que percebemos é que conceitualmente a interdisciplinaridade é um movimento que visa uma reação alternativa frente à abordagem disciplinar normalizadora, tanto no ensino quanto na pesquisa, dos diversos objetos de estudo. Todavia independentemente da concepção de cada autor, a interdisciplinaridade está sempre associada à possibilidade de superação da fragmentação das ciências e dos conhecimentos produzidos e sistematizados por elas, exprimindo a resistência a um saber parcelado (THIESEN, 2008).

Zucolotto *et al.* (2004, p. 330) afirmam que “[...] interdisciplinaridade é um conceito a pressupor e necessitar de disciplinas para existir; que ele se configura como uma relação entre tais disciplinas, sem alterar seus campos iniciais de ação”. Furlanetto (2014) destaca que uma abordagem interdisciplinar busca construir sob medida uma perspectiva apropriada à singularidade da situação. E então, “não rejeita os conhecimentos disciplinares especializados, pelo contrário, leva-os em conta e os articula para construir respostas específicas para cada situação” (FURLANETTO, 2014, p. 65). As Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio evidenciam a essencialidade de cada saber disciplinar “legitimado no papel que a apropriação da linguagem e do pensamento próprio a cada cultura científica assume, no desenvolvimento das abordagens, das ações e das interlocuções” (BRASIL, 2006, p. 118).

Ressalta-se que a dimensão disciplinar do conhecimento não pode ser discutida, no sentido de anular ou superar, e o que se propõe “[...] é uma profunda revisão de pensamento, que deve caminhar no sentido da intensificação do diálogo, das trocas, da integração conceitual e metodológica nos diferentes campos do saber” (THIESEN, 2008, p. 548).

Nesta intenção é imprescindível selecionar saberes e conhecimentos significativos, conectados ao que o aluno já tenha apreendido e que tenha sentido, contribuindo para formar identidades pautadas por autonomia, solidariedade e participação na sociedade. Desta forma, precisam ser considerados os saberes dos alunos, o que gostariam de aprender e o que se considera que precisam aprender. E então são imprescindíveis metodologias de ensino inovadoras, não tradicionais, que proporcionem a participação ativa, interessada e comprometida no processo de aprender, privilegiando não somente os conhecimentos, mas que abarquem a contextualização, experimentação, vivências e convivência em tempos e espaços escolares e extraescolares, por meio de aulas e situações diversas, ainda nos campos da cultura, do esporte e do lazer (BRASIL, 2013).

A concepção de interdisciplinaridade apresentada nas Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica (2010) está baseada nas ideias de metodologias mistas (SANTOMÉ, 1998), as quais são desenvolvidas em, pelo menos, dois espaços e tempos, sendo um destinado ao aprofundamento conceitual no interior das disciplinas e outro voltado às atividades integradoras.

Neste sentido, Santomé (1998) alerta para a permanente busca da interdisciplinaridade, tendo em vista que sua efetividade é complexa e que somente o exercício sistemático desse fazer proporcionará o como fazer.

A interdisciplinaridade é um objetivo nunca completamente alcançado e por isso deve ser permanentemente buscado. Não apenas uma proposta teórica, mas sobretudo uma prática. Sua perfectibilidade é realizada na prática, na medida em que são feitas experiências reais de trabalho em equipe, exercitam-se suas possibilidades, problemas e limitações. É uma condição necessária para a pesquisa e a criação de modelos mais explicativos desta realidade tão complexa e difícil de abranger (SANTOMÉ, 1998, p. 66).

Zucolotto *et al.* (2004) reiteram no artigo “*Do nome das coisas à disciplina dos termos: O que sabemos?*” que problemas da efetividade da interdisciplinaridade estão muito mais relacionados às dificuldades de integrar as pessoas do que as disciplinas. E então afirmam que “o impedimento de um projeto interdisciplinar não

está especificamente nos conteúdos acadêmicos e nas suas possíveis inter-relações, mas no conhecimento dos docentes e em sua capacidade de entender e perceber as inter-relações” (ZUCOLOTTO *et al.*, 2004, p. 330).

Desta forma, é fundamental pensar a prática da interdisciplinaridade na formação inicial e continuada de professores para que se possa efetivá-la em sala de aula. Como propor atividades interdisciplinares se na formação deste professor ele não foi desafiado a pensar de forma integrada, se recebeu em sua formação somente parte de coisas, um ensino fragmentado e isolado do contexto em que foi produzido?

Thiesen (2008) apresenta como incipiente no contexto educacional, o desenvolvimento de experiências verdadeiramente interdisciplinares e expressa que

Não é difícil identificar as razões dessas limitações; basta que verifiquemos o modelo disciplinar e desconectado de formação presente nas universidades, lembrar da forma fragmentária como estão estruturados os currículos escolares, a lógica funcional e racionalista que o poder público e a iniciativa privada utilizam para organizar seus quadros de pessoal técnico e docente, a resistência dos educadores quando questionados sobre os limites, a importância e a relevância de sua disciplina e, finalmente, as exigências de alguns setores da sociedade que insistem num saber cada vez mais utilitário (THIESEN, 2008, p. 550).

Nesta perspectiva Zucolotto *et al.* (2004, p. 331) sugerem “[...] ser mais fácil começar de novo, de maneira diferente, do que propor uma mudança dentro do que já existe”. E continuam explicitando um novo olhar para interdisciplinaridade, focando nas possibilidades de se pensar a integração dos saberes.

A interdisciplinaridade é favorecida pela contextualização, pois as implicações que envolvem os diversos contextos não são disciplinares por excelência. As Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – OCN (2006) avançam para uma enculturação contextualizada aliada à interdisciplinaridade.

Assim, a enculturação contextualizada em Química, aliada à interdisciplinaridade não superficial, traz à tona limites dos saberes e conceitos cotidianos e, sem negá-los nem substituí-los, amplia-os nas abordagens transformadoras possibilitadas pelos conhecimentos emergentes e pelas ações das condições potencializadoras da qualidade de vida socioambiental (BRASIL, 2006, p. 118).

Após esta breve discussão podemos considerar alguns aspectos pertinentes para se pensar a interdisciplinaridade na perspectiva da experimentação como

articuladora do processo de ensino e aprendizagem. Faz-se necessário perceber como explicita Thiesen (2008, p. 549) “[...] que a interdisciplinaridade não se efetiva se não transcendermos a visão fragmentada e o plano fenomênico, ambos marcados pelo paradigma empirista e positivista”. A escola precisa de um movimento que proclame a inteligência interdisciplinar, buscando integrar ao invés de ditocomizar, religar no lugar de desconectar, problematizar no lugar de dogmatizar e questionar aquilo que se impõe como verdade absoluta.

E neste viés de implicações a escola lugar por excelência da aprendizagem, produção e reconstrução de conhecimento, precisa se revestir e assumir as transformações da ciência contemporânea, legitimando as exigências interdisciplinares que permeiam a construção de novos conhecimentos. Urge que a escola acompanhe o ritmo das mudanças que se operam em todos os segmentos que compõem a sociedade; o mundo está interconectado, interdisciplinarizado e complexo (THIESEN, 2008).

Acreditamos aqui numa concepção de interdisciplinaridade em que o professor assuma a postura de quem é capaz de partilhar o domínio do saber, e para tal é necessário ter coragem, sair da zona de conforto, abandonar a visão de exclusividade do domínio e do poder que os conhecimentos disciplinares oferecem e aventurar-se num campo que é de todos e ao mesmo tempo não é de ninguém.

A interdisciplinaridade pode ser compreendida como um movimento importante na articulação entre o ensinar e o aprender. Na perspectiva de Furlanetto (2014, p. 73) se vislumbra a interdisciplinaridade que “emerge como uma possibilidade de conhecer que requer aberturas, encontros e diálogos possíveis a partir de uma lógica que une e relaciona”.

3 EXPERIMENTAÇÃO NA CIÊNCIA E NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Observar, elaborar hipóteses, experimentar, debater são atitudes que evidenciaram fazeres e saberes demonstrados por experimentadores de diversos períodos da história e que constituíram muito do que pensamos e fazemos nas experimentações. Alfonso-Goldfarb; Beltran (2006), organizadoras do livro “O saber fazer e seus muitos saberes: experimentos, experiências e experimentações” apresentam uma coletânea de estudos elaborados por pesquisadores em História da Ciência que propõe alguns caminhos de reflexão sobre as concepções de experimentos em diferentes épocas e afirmam que

[...] pensadores como H. Boerhaave, I. Newton, R. Boyle e B. Pascal, entre outros notórios experimentadores, manifestavam em seus textos articulações bastante originais em suas ideias sobre “experimento”, “experiência” e “experimentação”. Retomando pensamentos de antigos alquimistas, buscando justificativas teológicas para a experimentação, usando experimentos como formas de argumentação lógica ou buscando regras para melhor controlar as observações, os estudiosos passariam, a partir dos séculos XVI e XVII, a valorizar os experimentos, transformando as conotações expressas por autores medievais. Já durante os séculos XVIII e XIX, a forma de realizar observações, reproduzir e controlar experimentos centralizou intensos debates entre os pensadores daquela época [...] (ALFONSO-GOLDFARB; BELTRAN, 2006, p. 6).

Um olhar mais atento nos processos pelos quais os saberes elaborados em laboratórios, oficinas e ateliês, em diferentes épocas, poderá explicitar como a arte do saber fazer ao longo do tempo, proporcionou a compreensão do papel da experimentação na produção do conhecimento químico.

3.1 DO ANTIGO EXPERIMENTO À EXPERIMENTAÇÃO MODERNA: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

A manipulação das vidrarias, o processo de destilação, o estudo da ação dos ácidos e dos metais, a produção do fogo, a formação das misturas e das substâncias... enfim, os trabalhos químicos, no sentido prático sempre foram familiares e muito antigos. Os conhecimentos químicos “herdados” pelos perfumistas, metalurgistas, a tradição e as práticas das civilizações árabes, chinesas, indianas, egípcias e da Babilônia foram compondo muitas atividades de

laboratório utilizadas até hoje. Os conhecimentos advindos da alquimia também se constituíram importantes para a ciência moderna, como a utilização de instrumentos e técnicas de laboratório.

A realização de experimentos é uma característica da ciência moderna, contudo o significado de termos como experimentação, experimento e experiência foram construídos através de debates, de ideias e de estudos de diversos experimentadores, como H. Boerhaave, I. Newton, R. Boyle e B. Pascal e outros. Portanto, recuperar princípios alquimistas é de suma importância para a compreensão sobre experimentação e como este conceito foi emergindo em momentos distintos da história da ciência, considerando a alquimia como uma forma de conhecimento da natureza. Como bem afirma Chauí (2001), os conhecimentos desenvolvidos na alquimia devem ser ponderados como uma história de rupturas e não de progressos.

Na pretensão de entender os caminhos percorridos pela experimentação entre o antigo experimento e a experimentação moderna, a obra *“Da alquimia à química”* foi de extrema importância (ALFONSO-GOLDFARB, 2001) na elucidação do percurso e das diversas sinuosidades que perpassaram o sentido e a efetividade da experimentação na produção do conhecimento socialmente aceito. Desta forma, a escrita deste texto passará pelos olhares e estudos de Alfonso-Goldfarb (2001), constituindo muitas das abordagens aqui apresentadas.

Considerando a premissa de que a ciência moderna estava alicerçada na experimentação, seria necessário romper com o arcabouço mágico-vitalista que sustentava a alquimia, desfazer “o caráter holístico e místico” atribuído à experimentação para dar lugar à interpretação quantitativa e mecanizada do mundo e da matéria. As figuras de Roger Bacon e Robert Boyle representam maneiras de pensar de correntes importantíssimas em épocas distintas, símbolos de pontos extremos e contrários das formas de enxergar e interpretar o mundo, não como precursores, mas como protagonistas dos pensamentos que abrigavam diferenças notáveis entre a alquimia elucidada por Roger Bacon e o que sustentou a ciência moderna nas obras de Robert Boyle (ALFONSO-GOLDFARB, 2001). Aproximando os estudos de Roger Bacon e Robert Boyle sobre a experimentação, pode-se perceber que a aparente continuidade entre seus trabalhos evidenciou rupturas entre o universo da alquimia e da ciência moderna.

Roger Bacon (1214 -1992) era um filósofo que nasceu em Somerset na Inglaterra e estudou em Oxford. Foi professor de Física e Metafísica de Aristóteles. Teve o privilégio de estudar em uma universidade, o que na época consistia na organização de pessoas que se reuniam com a mesma finalidade, com direitos e deveres previstos em um estatuto, característica das corporações de mercadores e ofícios na Idade Média. É importante considerar aqui que as universidades daquela época não tinham comando eclesiástico. A área dos estudos de Bacon foi a Filosofia, tendo como ênfase os conhecimentos práticos dos experimentadores (apotecários, alquimistas, engenheiros e astrólogos), e seus trabalhos configuraram como resultado de reflexões e sínteses do conhecimento sobre a natureza.

Para Roger Bacon os conhecimentos dos homens práticos estariam acima daquilo que está contido na ciência livresca ou teórica. Os artesãos, alquimistas e magos (segundo Bacon, os primeiros “experimentalistas”) seriam os mais aptos a exercer o comando do trabalho científico. Roger Bacon era considerado “precursor” do experimentalismo, modelo este reconhecido e cultuado pelos mecanicistas e neoplatonistas, e que seria fundamental para a ciência nascente (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

O conceito de experimentação para Bacon estava relacionado a um vivenciar não diferenciado de eventos tanto teóricos como práticos, contrários às atitudes assumidas pelo observador cético dos séculos XVI e XVII, que testa, pesa e mede em seu laboratório, e através destes dados prova suas teorias (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

Nascimento (2006) apresenta em seu artigo “*Roger Bacon e a ciência experimental*” três passagens do *Opus Majus*, obra escrita por Roger Bacon que no primeiro capítulo e parte dos capítulos II, XIII e XIV se referem à ciência experimental. Basicamente Roger Bacon nestes escritos propõe “[...] três métodos de prova: pela autoridade, pela experiência e pela razão”. A experiência sensorial para Bacon “[...] é sobretudo de ordem visual”. Ainda Bacon “[...] relembra que devemos começar por crer, isto é, aceitar o que nos dizem os competentes, passando em seguida à experiência e à razão” (NASCIMENTO, 2006, p. 43).

Na sexta parte da obra *Opus Majus*, Bacon expõe as raízes da ciência experimental, afirmando que “[...] sem experiência nada pode ser suficientemente sabido. De fato, os modos de conhecer são dois, isto é, por argumento e por experimento” (NASCIMENTO, 2006, p. 52). E continua apresentando que o

argumento concede a conclusão, não certifica e nem remove a dúvida, pois a verdade vem pela via da experiência. Bacon exemplifica sua proposição apresentando que uma pessoa que nunca tenha visto o fogo, pode até provar por argumentos sua existência, mas somente através da experiência da combustão é que o fato é certificado e se conhece a verdade. “Portanto, o argumento não é suficiente, mas a experiência sim” (NASCIMENTO, 2006, p. 53).

Ainda em seus escritos Bacon apresenta três prerrogativas que sobrepõem a ciência experimental frente às demais ciências. A primeira reside na afirmativa de que a ciência experimental “[...] investiga pela experiência as conclusões notáveis de todas estas”. A segunda consiste em que a ciência experimental fornece “[...] as verdades notáveis dentro dos limites das demais ciências, sobre as quais estas ciências não têm poder por nenhuma via [...]”. A terceira contempla a investigação dos segredos da natureza (NASCIMENTO, 2006, p. 59-60).

Santos (2015) explicita que a partir destes pressupostos apresentado por Bacon é possível dispor da

[...] primeira ideia de experimentação, como sendo os procedimentos, o caminho percorrido para investigação de argumentos, de hipóteses e não de caráter ilustrativo. A experimentação para Bacon pressupõe um caráter investigativo às atividades desenvolvidas (SANTOS, 2015, p. 20).

A “ciência da experiência” defendida por Bacon tinha como fundamento o método da “prova”. A preocupação não é com a ‘verdade’, pois esta seria revelada; a dúvida estaria apenas na captação da origem dessa verdade, caso não tenha se manifestado por desígnios divinos. Já para Boyle a experimentação estava fundamentada no método de ‘inquérito’, pois a investigação e o questionamento estão numa relação direta com a natureza. A “verdade” para Boyle seria construída através de evidências, de interpretações. O conhecimento passa a ser nitidamente separado em sujeito e objeto. Boyle trabalhava com conjuntos de hipóteses consistentes, procurando não se afastar dos fatos experimentais (PORTO, 2006).

Robert Boyle (1627-1692) nasceu na Irlanda, na cidade de Lismore-Castle como um aristocrata, filho do Conde de Cork. Recebeu uma educação primorosa e ainda criança aprendeu latim e francês. Na companhia de um tutor realizou em 1638 uma viagem pela Europa. Neste roteiro estava a cidade de Florença e foi lá que teve contato com Galileu Galilei. Deste encontro adquiriu a crença na experiência como fonte dos conhecimentos científicos. Na França, estabeleceu contato com a obra de

Pierre Gassendi, defensor da teoria atômica da matéria. Boyle admitiu e valorizou o método cartesiano de raciocínio. Voltando para Oxford, na Inglaterra, frequentou reuniões de um grupo de jovens interessados em desenvolver a chamada Filosofia Experimental (ciências físicas e químicas). Dois fatores foram importantes para a sua carreira: o caráter curioso e estudioso para com as questões do conhecimento e a fortuna familiar, que proporcionou sua formação cultural possibilitando o contato com obras como os originais da nova “filosofia natural”. Participou da fundação do Colégio Filosófico, que após 1662 tornou-se a Royal Society de Londres (LA COTARDIÈRE, 2004; MEDEIROS, 2006).

Para Alfonso-Goldfarb (2001, p. 163), a obra de Robert Boyle, no século XVII é a que caracterizou “a luta destas duas visões de mundo, que durante tanto tempo se enfrentariam pelo controle da química, e que a partir dela a química foi perdendo o ‘elan’ hermenêutico que envolvia o estudo da micromatéria e que começa a ser rompido”. A obra de Boyle deve ser tomada como característica de uma época na qual se havia deflagrado, com suas consequências irreversíveis, a luta que abriria espaço para a nova ciência diante de uma das mais antigas muralhas: a alquimia (PORTO, 2006).

No século XVII surge a necessidade de uma nova forma de explicar e interpretar o mundo. Ponderando os anseios da época, surge então a filosofia natural, que seria a mola propulsora da ciência moderna. Os nomes que figuram nesta nova corrente de pensamento científico são o do filósofo René Descartes e do pragmático Francis Bacon. René Descartes defendia o universo cartesiano “[...] definido como um contínuo de matéria, totalmente redutível a partículas infinitamente divisíveis, cuja relação entre si é explicada em termos mecânicos de movimento perfeitamente quantificável” (ALFONSO-GOLDFARB, 2001, p. 155). Contudo Francis Bacon “[...] propõe que se parta de uma série sistemática de experimentos para, indutivamente, se chegar a teorias mais gerais sobre a natureza” (ALFONSO-GOLDFARB, 2001, p. 156). Robert Boyle recebeu influência de Francis Bacon “tanto à sua teoria da matéria [...] quanto à sua “nova” proposta de restauração total dos saberes, na qual a experiência, a observação e a história possuem um lugar privilegiado” (ZATERKA, 2006, p. 145).

Ainda foi influenciado por J.B. Van Helmont (1579-1644) no que tange à formação de suas ideias químicas, além de ser um dos autores mais mencionados em sua obra *Sceptical Chymist*. Boyle distinguia duas classes de pessoas que

tinham afeição às questões alquímicas: os filósofos químicos (legítimos, que se preocupavam em desvendar os segredos da matéria) e os químicos vulgares (enganadores). Assim para Boyle, Van Helmont era considerado como aquele que adotou uma abordagem filosófica e não somente prática para os experimentos em laboratório. Todavia, para Boyle, a forma apropriada para se obter o conhecimento residia em um conjunto de hipóteses consistentes buscando não se desviar do principal, quaisquer que sejam os fatos experimentais.

Em termos epistemológicos acreditava na natureza corpuscular da matéria, mas aceitava explicações vindas de outras hipóteses. Desconsiderava a ideia de Van Helmont, que acreditava em um sistema completo que pudesse explicar todos os fenômenos. Diferentemente de Van Helmont, que dispunha das regalias da educação formal,

Boyle valorizava as observações feitas por outras pessoas, desde que seus relatos tivessem credibilidade. Essa credibilidade estava baseada no cabedal de conhecimentos da testemunha sobre um determinado assunto, fosse ela erudita ou iletrada, assim o conhecimento adquirido pela prática de um ofício também era considerado muito útil para Boyle, mesmo não pertencendo seu autor à elite intelectual europeia (PORTO, 2006, p. 195).

Contudo a adoção da experimentação para Boyle difere fundamentalmente da de seus “inspiradores”, enquanto serve apenas para comprovação de teorias ou elaboração de hipóteses. Assim o experimento perde sua conotação cosmológica mais globalizante, sua função de ponte de ligação entre o macro e o microcosmo (ALFONSO-GOLDFARB, 2001). A partir daí a experimentação adquiria um novo sentido, passando por um processo do experimentar pela vivência, pela qualidade visando à quantificação e à precisão, numa concepção mecanística do mundo.

Os trabalhos de I. Newton sobre a *óptica* evidenciaram como o papel do experimento no século XVII foi sendo (re) estruturado no que se refere à concepção de que somente pela comprovação experimental é que se fundamenta uma teoria. Inicialmente a teoria newtoniana de luz e cores tinha como base o rigor experimental dentro de uma visão indutivista da ciência. Todavia, no decorrer de seus estudos pode-se perceber que Newton considerou duas hipóteses na explicação de aspectos conflitantes de sua teoria, baseadas em argumentações metodológicas e em previsões teóricas, e não somente em dados experimentais (SILVA; MARTINS, 2006).

No século XVIII Hermann Boerhaave conseguiu através de seu trabalho de experimentação em química estabelecer um padrão experimental moderno. Ele considerava “[...] a experiência como um dos instrumentos principais da meditação teórica, pois o objeto que aspira é o conhecimento verdadeiro do mundo material que nos rodeia e que o pensamento quer penetrar” (ALFONSO-GOLDFARB; FERRAZ, 2006, p. 12-13). Em sua obra *Elementos de Química* Boerhaave iguala a “arte química” às outras ciências reconhecidas, e salienta que existem muitas verdades que não seriam conhecidas sem a contribuição da química. Para ele só é possível “[...] admitir uma teoria elaborada a partir de proposições gerais, por sua vez, deduzidas a partir de experimentos químicos” (ALFONSO-GOLDFARB; FERRAZ, 2006, p. 14-15). Enfim, o que se pode evidenciar é que o novo padrão experimental apresentado por Boerhaave estava “[...] organizado como uma demonstração matemática, de forma elucidativa e de maneira a oferecer provas dos pressupostos teóricos” (ALFONSO-GOLDFARB; FERRAZ, 2006, p. 40).

Priven (2006) questiona o significado da abordagem experimental assumida no século XVIII, em seu artigo “*A experimentação de medicamentos no século XVIII*”. A partir disso apresenta que a necessidade de “ver e fazer” assume outro sentido, voltado a o que e como fazer. Percebe-se uma metodologia baseada na auto experimentação de medicamentos, centrada em questões básicas para a farmacologia experimental. O olhar estava voltado a questões éticas, artefatos de técnica, cuidado com resultados experimentais obtidos em animais sendo transferidos para os humanos e também à necessidade de experimentação controlada. E é neste momento que se pensa na construção de fundamentos teóricos para experimentação de medicamentos, em termos de objetivos e metodologias para a experiência.

Faz-se necessário elucidar aspectos importantes quanto às regras que determinam o fazer científico, e então se utilizam aqui as abordagens apresentadas por Costa (2006) em seu estudo sobre *A procura e a descoberta da ordem e da desordem no Universo*. Ponderando o que foi exposto até aqui, nota-se que a busca pelas leis que conduzem os fenômenos naturais é um jogo que os cientistas querem compreender, estudando suas regras e procurando restringir a conceitos o que veem e experimentam. Nesse jogo, se observam como as regras são cumpridas e se as táticas utilizadas são eficazes ou não. A filosofia da Antiga Grécia dominou por muitos séculos as regras do jogo científico que aos poucos se abriu para o uso

sistemático da observação, da experiência e da argumentação indutiva na exploração primária da Natureza (COSTA, 2006).

O caminho experimental traçado no jogo científico compreende a observação, o teste e o ensaio, tornando-se padrão no estudo da Natureza. A observação requer um olhar com detalhes nas variantes que integram o jogo, no sentido de interferir. O teste e o ensaio fazem parte do experimentar, não apenas as ações de manipulação de instrumentos e aparelhos, como também os muitos cálculos necessários para se reproduzir os dados experimentais. O que vale é a premissa: o verdadeiro cientista precisa observar e experimentar; ambos os aspectos são pilares que fundamentam os conhecimentos humanos no que se refere à Filosofia Natural (COSTA, 2006).

O percurso estabelecido pelas Ciências da Natureza para se chegar à verdade é através da experimentação seguida da indução. Isso vinha sendo proclamado por Francis Bacon, considerado o maior e mais universal dos filósofos do empirismo racional, base da revolução dos séculos XV – XVII. O cientista encontra na observação cuidadosa e na experimentação a constatação dos fatos, e para isso segue e testa as hipóteses que os explicam. “Foi no empirismo racional que a Química se tornou uma ciência autônoma. O recurso contínuo à experimentação tem sido a mola propulsora do seu desenvolvimento” (COSTA, 2006, p. 258).

Muitos foram os debates travados quanto ao caráter experimental das Ciências da Natureza, principalmente na relação experiência/teoria, refletindo o status de reconhecimento como ciência verdadeira. Essas discussões perpassaram por E. Kant (1724-1804), que recusava a possibilidade de a química ser uma ciência verdadeira devido à característica experimental, e que portanto poderia ser uma arte engenhosa. Os químicos do século XVIII lutaram contra a visão kantiana e esforçaram-se em proclamar os tratados químicos buscando reafirmar que o químico verdadeiro é teórico e prático. O que se pretendia era reivindicar o reconhecimento social do lugar do químico no sistema científico, procurando demonstrar que a atividade do químico não se restringe apenas ao laboratório com caráter oficial, mas também acadêmico (COSTA, 2006).

As discussões em torno da problemática teoria e prática provocaram debates e entraves em diversos seguimentos da filosofia da ciência, com enfoques empiristas e neopositivistas, entre outros. Vale ressaltar um dos grupos de

proeminentes investigadores no domínio da filosofia da ciência, o chamado Círculo de Viena, cuja preocupação básica residiu em que todo conhecimento válido teria base, direta ou indiretamente, na experiência, tendo como principal defesa a fundamentação, legitimação e sistematização desse conhecimento em detrimento ao modo como a ele se chega. O que se quer definir é o caminho pelo qual se estabelecem as leis naturais de maior universalidade (COSTA, 2006).

Um dos representantes dos pensadores do Círculo de Viena, Karl Popper, apresentou que os dados dos sentidos, das observações e/ou das experiências são meros princípios genéricos que devem ser tomados como sentenças protocolares no sentido de verificar ou falsificar as mesmas experimentalmente, para assim obter-se o estabelecimento das leis científicas. Em consequência, a ciência será sempre um campo em aberto, com hipóteses prováveis que possivelmente podem ser falsificadas por novos fatos; portanto, a experiência pode sempre invalidar qualquer sistema científico empírico.

Considerando os pressupostos de Popper, a teoria não depende intrinsecamente da prática para se estabelecer, somente para se manter. De tal modo, afirmar que a química é uma ciência experimental não exige que seus conceitos sistematizados sejam necessariamente elaborados a partir de fatos observados e experiências realizadas, e sim a resistência de toda e qualquer tentativa de falsificação desses conceitos, por parte de fatos e experiências contestáveis. Assim sendo, pode-se afirmar que o referencial de conhecimento sistemático que constitui a química é a experiência, e que dela se pode dizer com toda precisão que é uma ciência experimental.

Por que o referencial do conhecimento sistemático que constitui a química é a experiência, não importa se como fonte em que foi bebido. Se como teste em que foi creditado, a Química é, de facto e não por favor, uma ciência e dela se pode dizer, com toda a precisão, que é uma ciência experimental (COSTA, 2006, p. 265).

Contudo esta premissa de que a Química é uma ciência experimental tem se manifestado no discurso de professores e estudantes pela necessidade da experimentação em sala de aula. Atentando para o fato de que em diferentes épocas e culturas a experimentação adotou diferentes papéis, como explicitado neste texto, a palavra “experiência” para Roger Bacon referia-se à “vivência”,

enquanto que para a ciência moderna o “experimento” adquire o sentido de “receita” ou “segredo” (ALFONSO-GOLDFARB; BELTRAN, 2006).

O que fica exposto aqui é que a ciência química foi se consolidando através de continuidades e descontinuidades dentro de um contexto histórico e a experimentação teve e tem seu lugar na construção desta ciência. O uso da experimentação no ensino de química ainda se constitui como algo significativo e precisa ser explorado e pesquisado no contexto da escola, buscando possibilidades diversificadas de abordagens e entendimentos quanto a sua efetividade e como promotora de diálogos favorecendo a aprendizagem.

3.2 A EXPERIMENTAÇÃO NO CONTEXTO ESCOLAR: ALGUMAS ABORDAGENS

A necessidade de se olhar para o contexto escolar e encontrar vestígios de como a experimentação no ensino vem sendo desenhada ao longo dos tempos, faz com que se olhe primeiro para a trajetória do desenvolvimento do Ensino de Ciências. Então, a partir disso, é necessário pontuar alguns aspectos que sinalizam as origens da educação escolar. A educação escolar primeiramente foi pensada para a elite, reportando a ideia do mestre que ministrava suas aulas particulares e que a partir do século XVII assumia uma nova configuração, a do ensino coletivo, indicando o início da instituição escolar com as salas de aula.

Já no século XVII surge a luta das camadas populares pelo acesso à escola. Instigada pelos novos intelectuais iluministas e por novas ordens religiosas, a classe trabalhadora, em formação, podia e devia ter um papel na mudança social. O acesso à formação tornou-se essencial para articular seus interesses e elaborar sua própria cultura de resistência. (GADOTTI, 1999, p. 79).

O século XVIII pode ser considerado político-pedagógico, pois é neste período que as classes populares reivindicam o acesso ao saber e ao ensino público, impulsionadas pela Revolução Francesa que pôs fim ao regime absolutista, proclamando a formação do cidadão através das escolas. “Os grandes iluministas pregavam uma educação cívica e patriótica inspirada nos princípios da democracia, uma educação laica, gratuitamente oferecida pelo Estado para todos” (GADOTTI, 1999, p. 88).

A introdução das ciências no currículo escolar ocorreu a passos lentos, sendo impulsionada pela filosofia positivista. No Brasil o ensino de ciências surge no contexto dos exames de Medicina que em 1887 exigiam noções de Ciências Físicas e Naturais para o cumprimento de seus cursos preparatórios. Mesmo que disciplinas como Ciências fizessem parte do currículo das escolas secundárias desde 1837 e disciplinas como Física e Química terem sido incluídas no currículo, isoladamente uma da outra, conforme a Reforma Rocha Vaz de 1925, não são indícios de que o Ensino de Ciências era empregado amplamente no Brasil. As evidências se mostram a partir da Reforma Francisco de Campos em 1931, com a valorização das ciências (LOPES, 2007).

E sobre a história do ensino de Ciências e de Química, Lopes (2007) afirma que

[...] foi marcada por um conflito entre Ciências e Humanidades, francamente favorável às últimas até o fim da Segunda Guerra Mundial. Tal conflito se caracterizou por uma associação das Humanidades ao saber e das Ciências ao fazer. Por conseguinte, a maior ênfase em Ciências, condicionada pelo desenvolvimento industrial e tecnológico do país, exigiu a construção de uma mentalidade pragmática e tecnológica, a partir do desenvolvimento de ideias científicas e da valorização de uma formação para o trabalho (LOPES, 2007, p. 99).

Através das orientações curriculares advindas da Reforma de Campos e Capanema, o ensino de Química teve como enfoque as concepções empírico-descritivistas que a partir de 1950, foram marcadas por princípios empírico-positivistas, constituindo o processo de construção das ideias fundamentadas no pragmatismo e na tecnologia favorável ao Ensino de Ciências (LOPES, 2007). E é neste cenário de implicações e mudanças que a experimentação no ensino perpassa e é constituída.

Existe uma estreita relação entre as tendências pedagógicas e as abordagens com que a experimentação vem sendo aplicada na sala de aula. Beltran (2015) em seu artigo *“História da ciência e ensino no laboratório: considerações sobre experimentação, visão de ciência e replicação de experimentos históricos no ensino de química”* apresenta os diferentes papéis do experimento no ensino de química no Brasil, mostrando que em períodos distintos predominaram tendências pedagógicas diversas, como tradicional, renovada, tecnicista, centrada em preocupações sociais e políticas e construtivista, que influenciaram a forma como os

experimentos foram tratados nas salas de aula e conseqüentemente influenciaram também a concepção de ciência.

Inicialmente faz-se necessário traçar algumas considerações sobre como a pedagogia tradicional se constituiu em proposta de ensino. Esta concepção pedagógica foi introduzida em meados do século XIX, inspirada no princípio de que a educação é direito de todos e dever do estado, alicerçado na ideia da construção de uma sociedade democrática, consolidando o poder da burguesia. O lema defendido era “*transformar os súditos em cidadãos*”, e isto seria possível através do ensino.

A escola surge como um antídoto à ignorância, logo, um instrumento para equacionar o problema da marginalidade. Seu papel é difundir a instrução, transmitir os conhecimentos acumulados pela humanidade e sistematizados logicamente. O mestre-escola será o artífice dessa grande obra. A escola organiza-se como uma agência centrada no professor, o qual transmite, segundo uma gradação lógica, o acervo cultural dos alunos. A estes cabe assimilar os conhecimentos que lhes são transmitidos (SAVIANI, 2009, p. 6).

Percebe-se que a tendência pedagógica tradicional é caracterizada pela transmissão dos conteúdos pelo professor, onde o estudante é considerado um receptáculo, um papel em branco, uma tábula rasa, e o único requisito é a atitude passiva. E então se observa que “[...] as ciências são ensinadas como uma coleção de fatos, descrição de fenômenos, enunciados de teorias a decorar” (KRASILCHIK, 1987, p. 52).

Nessa perspectiva os experimentos são abordados de forma a comprovar as teorias apresentadas em sala de aula e servem como ilustração dos conceitos transmitidos, favorecendo a concepção de neutralidade da ciência e a visão do conhecimento como algo pronto e acabado. “[...] Não se procura fazer com que os alunos discutam as causas dos fenômenos, estabeleçam relações causais, enfim, entendam os mecanismos dos processos que estão estudando” (KRASILCHIK, 1987, p. 52).

Constata-se ainda uma forte influência da perspectiva tradicional na formação inicial de professores perpetuando esta forma de abordagem, num ciclo vicioso, numa ênfase “[...] quase exclusivamente para a retenção, por parte do aluno, de enormes quantidades de informações passivas, com o propósito de que essas sejam memorizadas, evocadas e devolvidas nos mesmos termos [...]” (SCHNETZLER; ARAGÃO, 1995, p. 27). No que tange à experimentação no ensino,

o enfoque está na execução de experimentos desconectados da teoria, privilegiando o distanciamento entre a teoria e a prática, além do fato de que a falta de investigação e discussão entre o grupo que executa os experimentos e o professor é imperativa.

As críticas à pedagogia tradicional aos poucos foram dando origem a uma nova tendência, com um apelo à reforma conhecida como *escolanovismo*. O ponto central estava na defesa de que “o marginalizado já não é propriamente o ignorante, mas o rejeitado” (SAVIANI, 2009, p. 7).

Compreende-se, então, que essa maneira de entender a educação, por referência à pedagogia tradicional, tenha deslocado o eixo da questão pedagógica do intelecto para o sentimento; do aspecto lógico para o psicológico, dos conteúdos cognitivos para os métodos ou processos pedagógicos; do professor para o aluno; do esforço para o interesse; da disciplina para a espontaneidade; do diretivismo para o não-diretividade; da quantidade para a qualidade; de uma pedagogia de inspiração experimental baseada principalmente nas contribuições da biologia e da psicologia. Em suma, trata-se de uma teoria pedagógica que considera que o importante não é aprender, mas aprender a aprender (SAVIANI, 2009, p. 8).

O laboratório receberia um novo olhar a partir do ensino renovado, centralizado no desenvolvimento psicológico do aluno, exigindo atitude ativa na realização dos experimentos que envolvem pensar, compreender, realizar, imaginar, deduzir. A proposta de experimentação consistia em tornar o ensino mais ativo, motivando seu interesse e versando principalmente na Química Descritiva. A reforma de 1931 foi orientada pelos princípios do método científico, “[...] as instruções metodológicas prescreviam demonstrações a serem desenvolvidas pelos alunos”; a reforma Capanema buscava o desenvolvimento do espírito científico, “[...] o aluno deveria discutir e verificar, ver e fazer, deslocando assim ação para o mesmo, visando tornar o ensino interessante e ativo.” (SICCA, 1996, p. 49). A ênfase estaria no desenvolvimento do pensamento do cientista, “[...] acreditava-se que pensar como cientista levaria os estudantes a compreender a ciência como a grande realização do conhecimento humano” (BELTRAN, 2015, p. 4).

O período entre os anos 1950 e 1960 foi significativo para o ensino de ciências, pois reflete a situação do mundo ocidental após a 2ª Guerra Mundial. A industrialização e o desenvolvimento científico e tecnológico deixaram suas marcas no currículo escolar, uma vez que os cientistas que ocupavam posição de prestígio encontraram na educação um espaço de potencial influência. O marco para o início

de todo o processo de renovação do ensino de ciências foi o lançamento do *Sputnik* em 1957.

O lançamento do Sputnik pelos soviéticos gerou discussões em relação à educação científica da época. A educação russa era considerada autoritária e antidemocrática, inferior ao que se propunha a educação americana. E então se questionava: como os soviéticos alcançaram tamanho êxito científico e tecnológico? Teriam uma educação científica mais sólida e mais avançada em relação ao que acontecia no ocidente? Além dessas indagações outros fatores também contribuíram para a renovação do ensino, a expansão dos meios de comunicação de massa, liderados pela televisão (SAVIANI, 2013).

No cenário educacional brasileiro as mudanças decorriam ainda do Manifesto dos Pioneiros da Escola Nova, cujo objetivo era substituir os métodos tradicionais por uma metodologia mais participativa, proporcionando maior liberdade e autonomia ao aluno. Saviani (2013, p. 336) considera “[...] que a década de 1960 foi uma época de intensa experimentação educativa, deixando clara a predominância da concepção pedagógica renovadora”.

As grandes descobertas nas áreas da Física, Química e Biologia ainda não estavam incorporadas aos currículos escolares, e isto seria urgente, pois se pretendia formar uma elite que deveria ser mais bem instruída a partir dos anos iniciais de escolarização. A predominância do laboratório estava entre as mudanças curriculares e as aulas práticas deveriam oportunizar atividades que motivassem e favorecessem a compreensão de conceitos científicos.

Na intenção de promover essas mudanças, foram iniciados movimentos em várias instâncias. Destacam-se os projetos curriculares nos Estados Unidos, que constituíram a primeira geração de projetos que originaram as sociedades científicas nas áreas de Matemática (*School Mathematics Study Group*), Química (*American Chemical Society*), Física e Biologia. Em 1961 “*O Chemical Bond Approach Committee*” edita o *Chemistry*. Conhecido como CBA e tendo como editor Lawrence E. Strong, este trabalho foi concomitante com outros da área da Física, Biologia e Matemática. Com a tradução para o português, estes trabalhos fortemente carregados pela literatura didática européia e norte-americana influenciaram os livros-texto do ensino de ciências.

No Brasil o movimento que visava à melhoria do ensino de Ciências antecedeu aos projetos norte-americanos. O movimento ocorreu no início dos anos

1950 em São Paulo, mais precisamente no IBCEC (Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura). Isaías Raw organizou um grupo de professores universitários “[...] o trabalho desse grupo concentrou-se na busca de atualização do conteúdo que era ensinado, assim como na preparação de material para uso nas aulas de laboratório” (KRASILCHIK, 1987, p. 8).

Saviani (2013) destaca a importância do IBCEC e de outras ações promovidas por órgãos criados nesta época que impulsionaram a renovação do ensino de ciências.

[...] O IBCEC lançou, em 1957, o concurso “Cientistas de Amanhã”, cuja 1ª edição ocorreu em 1958. A partir de 1959 esse concurso passou a ser realizado nas Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). Em 1962, com a criação da FAPESP, por estímulo de seu primeiro presidente, Warwick Kerr, o IBCEC deu início à organização dos Congressos de Jovens Cientistas. Em 1965 o MEC criou Centros de Ciências nas seis maiores capitais brasileiras (Recife, Salvador, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo e Porto Alegre). E em 1966 foi criada a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC) (SAVIANI, 2013, p. 338).

Ressalta-se que nesta época havia um número reduzido de licenciados, ficando as aulas das disciplinas específicas a cargo de profissionais como médicos, engenheiros, farmacêuticos e demais bacharéis. As aulas reproduziam os conhecimentos adquiridos por estes profissionais, de maneira desconectada da vida do aluno. O que deveria ser algo inovador, entretanto, tornou-se mais um item do programa a ser apresentado de forma isolada. Como bem explicita Krasilchik (1987),

O grande objetivo do programa oficial e dos textos básicos era transmitir informações, apresentando conceitos, fenômenos, descrevendo espécimes e objetos, enfim, o que se chama o produto da Ciência. Não se discutia a relação da Ciência com o contexto econômico, social e político e tampouco os aspectos tecnológicos e as aplicações práticas (KRASILCHIK, 1987, p. 9).

Como já foi apresentado aqui, a Guerra Fria em 1957 mostrou novas perspectivas para educação. O lançamento do satélite de órbita terrestre Sputnik, pelos soviéticos, trouxe uma grande reformulação curricular nos Estados Unidos e Inglaterra. Houve a necessidade de se pensar um ensino de ciências voltado às atividades científicas, para a formação dos futuros físicos, químicos e biólogos do país.

Desta forma, nos anos 60 e 70, dois projetos de ensino de física, o PSSC e o Nuffield, trouxeram visões parecidas sobre a forma de abordagem do ensino de ciências. Em essência defendia-se o retorno ao estudo do conteúdo das disciplinas, enfatizando os conceitos centrais, o aprendizado não somente pelo “método científico de pesquisa”, mas também na “redescoberta”.

Esta condição de valoração do desenvolvimento das competências inerentes à atividade experimental no Ensino de Química defendida como princípio norteador na década de 60 foi reforçada por outro projeto norte-americano, o *Chemical Education Material Study*, produzido pela Universidade da Califórnia e cujo livro-texto *Chemical An Experimental Science* foi editado em 1963. Este projeto foi organizado e conduzido por um comitê liderado por Glenn T. Seaborg - Prêmio Nobel -, que formou uma equipe com os cientistas universitários e professores secundários mais capazes do país. O livro *Química – uma Ciência Experimental*, destinava-se ao curso introdutório de Química. Além do livro o kit é composto por um manual de laboratório, um conjunto de filmes e um guia para o professor.

Este material tinha como objetivo principal o trabalho de laboratório, para que os princípios da Química pudessem ser obtidos diretamente dos experimentos realizados pelos alunos. O que se pretendia era a autonomia, fazendo com os alunos realizassem as descobertas, constituindo motivação para a atividade científica. Os filmes que acompanhavam o material serviam para esclarecer e apresentar situações experimentais perigosas, outras que demandariam muito tempo e também aquelas em que os materiais seriam difícil aquisição.

Este material se apresentava diferente dos demais cursos tradicionais. O enfoque estava nos princípios químicos em detrimento da Química Descritiva, buscando retratar a evolução da Química nas duas últimas décadas e abandonando os conceitos obsoletos. Outra questão importante que estava pontuada neste material é a relação entre a experiência e a teoria, evitando a apresentação de uma coleção de fatos, enunciados e dogmas. Na apresentação do *Chem Study*, alguns objetivos apresentados mostram a importância dada ao conhecimento científico, além de transmitir a ideia de que o ensino secundário forma para o universitário.

Esperamos transmitir uma consciência do significado e das possibilidades das atividades científicas que ajudará o futuro cidadão a receber calma e sabiamente o crescente impacto dos avanços tecnológicos sobre o seu meio social. Finalmente tendo em mente aqueles alunos que irão continuar seu treinamento científico, almejamos conseguir uma melhor continuidade de assunto e de didática entre o curso de química na escola secundária e os modernos cursos básicos de Química nas Universidades (WEIS, 1966, p. 1).

Na introdução da edição brasileira do *Chem-Study* observa-se a preocupação com a reformulação do ensino de Química.

O vertiginoso desenvolvimento da Ciência e da tecnologia contemporânea tornou imperioso que se cuidasse, não só da atualização, mas até da reformulação de ensino da Química na escola secundária. O problema é basicamente o mesmo nas quais diversas regiões do mundo, em face da rapidez com que se propagam os frutos materiais da civilização (WEIS, 1966, p. 2).

Este foi um período muito importante na história do ensino de Ciências, que até hoje influencia as tendências curriculares. Este projeto tinha como enfoque principal “[...] a formação e a identificação de uma elite refletindo não só a política governamental, mas também uma concepção de escola” (KRASILCHIK, 2000, p. 2). Estas ideias repercutiram de forma diferente em outros países. Na Inglaterra ficou conhecido o Projeto Nuffield, e no Brasil o estímulo foi a necessidade de preparar os alunos para impulsionar o progresso da ciência e tecnologia nacionais, considerando que o país estava em processo de industrialização.

Contudo as transformações políticas pelas quais o país estava passando, provocaram “[...] mudanças na concepção do papel da escola que passava a ser responsável pela formação de todos os cidadãos e não mais apenas de um grupo privilegiado” (KRASILCHIK, 2000, p. 3). Percebe-se a ampliação do ensino de ciências através da Lei das Diretrizes e Bases da Educação, de 1961, que introduz as áreas das ciências a partir do 1º ano do curso ginásial no currículo escolar, além de aumentar a carga horária de Física, Química e Biologia.

Esta proposta implicava grandes alterações no ensino de Ciências, vinculando o processo intelectual à investigação científica, quando, até então, o que se enfatizava era a observação para a constatação de fatos e a manipulação de equipamento. A mudança valorizava a participação do aluno na elaboração de hipóteses, identificação de problemas, análise de variáveis, planificação de experimentos e aplicação dos resultados obtidos (KRASILCHIK, 1987, p. 10).

Os grandes projetos passaram a integrar um novo objetivo, possibilitando a prática do método científico como imprescindível à formação do cidadão, do ser humano comum, que necessita desenvolver a tomada de decisão frente aos problemas que enfrentará no seu dia a dia. Destaca-se que esta nova postura marca uma diferença entre os projetos internacionais e nacionais, considerando que para os primeiros o uso do laboratório constituía uma inovação do ensino de Química e tinha como objetivo a introdução do método científico, de modo a “formar mini cientistas” (SICCA, 1996). Enquanto isso, nos projetos nacionais se inicia uma nova postura marcada pela democratização do ensino tendo em vista a convivência com os produtos da ciência e da tecnologia.

Constata-se que mesmo que estes projetos tenham favorecido o repensar do ensino de ciências, fomentando mudanças significativas nas abordagens de ensino e aprendizagem, ainda a “[...] visão de ciência que se passava era a de uma ciência neutra, deixando-se de lado toda a discussão sobre o papel da ciência na sociedade, que se desenrolava pelo menos desde o lançamento das bombas atômicas” (BELTRAN, 2015, p. 4).

No período de 1970-1980 novas mudanças ocorreram no cenário educacional, e a ênfase na formação do futuro cientista deu lugar à formação do trabalhador, sendo relevante para o desenvolvimento econômico do país. No campo editorial algumas publicações delinearam o fazer característico da tendência tecnicista, que surge a partir da crise da pedagogia nova. Em 1970 é lançada a segunda edição do livro de Burrhus Frederic Skinner, *Ciência e comportamento humano*; no ano de 1972 ocorre a publicação de dois volumes de *Taxonomia dos objetivos educacionais*. “[...] a tarefa da taxionomia dos objetivos educacionais coloca-se, pois, como exigência enunciá-los em termos operacionais, isto é, traduzi-los em comportamentos expressos por verbos que indicam ações observáveis e não atos de consciência” (SAVIANI, 2013, p. 371).

Ainda os artigos publicados na *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos* número 93, de janeiro/março de 1964 e o número 104, de outubro/dezembro de 1966, refletem a urgência de novas ideias pedagógicas. Neste contexto a concepção pedagógica tecnicista surge reordenando o processo educativo de forma a privilegiar a objetividade e a operacionalização. O elemento fundamental desta concepção é a organização racional dos meios, e se considera secundária a posição do professor e do aluno, sustentado na psicologia behaviorista e numa visão filosófica

neopositivista. Comparando as tendências pedagógicas apresentadas, se evidencia que a tradicional era centrada no aprender; a pedagogia nova, no aprender a aprender, e a tecnicista enfatizava o aprender a fazer (SAVIANI, 2013).

O governo militar pretendia modernizar e desenvolver o país. Neste enredo o ensino de Ciências foi considerado fundamental na formação da mão de obra qualificada, e isto foi concretizado através da Lei de Diretrizes e Bases da Educação nº 5.692/71. As disciplinas das áreas científicas apresentaram um caráter profissionalizante, descaracterizando sua função no currículo.

Porém, a padronização dos passos do método científico também teve outros desenvolvimentos, tais como sua adaptação a métodos de instrução programadas, dentro da tendência tecnicista da educação enfatizada nas políticas educacionais da ditadura militar sistematizadas nas diretrizes da lei 5692/71 que instituía o ensino secundário compulsoriamente profissionalizante. Dessa forma, destacavam-se as aplicações tecnológicas da ciência que continuava a ser vista como epítome do progresso humano (BELTRAN, 2015, p. 5).

Esta legislação abalou o sistema educacional, pois apesar de valorizar as disciplinas científicas, na prática, provocou sua fragmentação. Entretanto, as escolas tiveram atitudes contrárias frente às demandas desta legislação. Em alguns casos permaneceram na preparação de seus alunos para o curso superior e em outros se configuraram no sentido de abandonar as pretensões irrealistas de formação profissional no 1º e 2º graus por meio de disciplinas pretensamente preparatórias para o trabalho. “O curso secundário perdeu a identidade e uma das conseqüências foi a desvalorização da escola pública, pois instituições privadas resistiram às mudanças, burlando a lei e mantendo as características da educação propedêutica” (KRASILCHIK, 1987, p. 18).

Algo significativo neste período foram os projetos alternativos, resultados de um movimento que defendia a inovação no ensino de química e enfatizava o uso de atividades práticas em laboratório.

[...] o ensino de ciências por metodologias “alternativas”, representava uma significativa contribuição para a formação de estudantes mais críticos. Acreditava-se que orientar o aluno pelo caminho da observação de experimentos e elaboração de leis e teorias, buscando construir ideias bem fundamentadas, poderia contribuir para desenvolver nos estudantes o hábito de questionar afirmações sem base (BELTRAN, 2015, p. 4).

Observando um material editado no ano de 1977, intitulado “*Dos experimentos às teorias*” percebe-se a influência dos projetos norte-americanos que

viabilizaram a renovação do ensino de ciências no Brasil. Os autores do livro escreveram-no a partir da experiência vivenciada desde 1957 com os projetos CBA e *Chem Study*, que em essência se orientavam pelo método indutivo da natureza do conhecimento científico. Apresentam que “a característica básica deste processo de ensino indutivo consiste em dar ao trabalho experimental um papel preponderante, ao contrário do antigo ensino dedutivo, onde a teoria era o ator principal” (ESPERIDIÃO; LIMA, 1997).

A perspectiva do ensino experimental baseado em concepções empirista/indutivista voltado ao processo de escolarização não obteve êxito em relação a aprendizagens significativas e socialmente relevantes. A partir dos anos de 1980 novas abordagens foram surgindo valorizando o conhecimento cotidiano dos estudantes. Aqui é possível citar o “movimento das concepções alternativas” e o “modelo da mudança conceitual”, onde o enfoque estava em perspectivas cognitivistas e construtivistas, tendo como ponto de vista a aprendizagem conceitual. Essas perspectivas têm fomentado propostas curriculares significativas que contribuíram efetivamente para as mudanças no ensino de ciências e nas concepções de experimentação. Aqui é importante também ressaltar algo que serve como um diferencial, promovendo novas abordagens, novos olhares também para a experimentação no ensino:

Um marco de mudança paradigmática que merece ser assinalado é o que representa a passagem da concepção da aprendizagem das ciências como “atividade individual” para a concepção de uma aprendizagem das ciências como “construção social” do conhecimento, nas interações em contexto escolar (ZANON, 2008, p. 240-241).

Neste contexto de implicações para o ensino de ciências a experimentação no ensino também começa a ser discutida através de outros enfoques e outros olhares, valorizando a aprendizagem dos conceitos. Alguns materiais destacam-se porque contribuíram e contribuem para a visão construtivista da experimentação no ensino. O primeiro deles é a *Proposta Curricular para o Ensino de Química: 2º grau*, que foi estruturado a partir de 1984 com professores de Química do estado de São Paulo. Teve como um dos princípios norteadores para o ensino de Química na escola do 2º grau a experimentação como um dos momentos de (re) elaboração do conhecimento. Os objetivos propostos para experimentação estavam pautados no contato do aluno com fenômenos químicos e na possibilidade de criar modelos

explicativos através das suas observações, de seu sistema lógico e de sua linguagem. Pautava-se também na possibilidade de criação de oportunidades pelo professor, para que os alunos utilizassem novas ideias e conceitos em outras situações.

Outro material que merece destaque foi produzido pelo GEPEQ - USP (Grupo de Pesquisa em Educação em Química) na década de 1990, com o título *Interações e Transformações – Química para o 2º grau*. Em seu prefácio os autores destacam que o processo de aprendizagem seria caracterizado por uma contínua construção e reconstrução do conhecimento, a partir de experiências vivenciadas pelos alunos. A função do professor seria de facilitador na elaboração e reconstrução dos conhecimentos. Juntamente com o guia do aluno há também o guia do professor, que apresenta as teorias de aprendizagem que fundamentam o material.

Também se observa a contribuição da seção Experimentação no ensino de química da Revista Química Nova na Escola, que tem como finalidade tornar a experimentação presente e significativa nas aulas de química. Lisbôa (2015) apresenta em seu artigo *QNESEC e a Seção Experimentação no Ensino de Química* um levantamento detalhado de todos os artigos publicados nesta seção até maio de 2015. Os experimentos apresentam diversos enfoques, da ilustração de fenômenos até a promoção de ideias prévias dos alunos e, muitas vezes, de professores.

O quadro 3 apresenta a evolução do ensino de Ciências e as propostas curriculares entre 1950 e 1980. Percorre momentos históricos distintos e enfoques que caracterizaram o ensino de Ciências, influenciando e sendo influenciados por aspectos sociais, econômicos e políticos mundiais, além das tendências educacionais que objetivavam a formação do cidadão e do trabalhador, onde a experimentação enfatizava o método científico e a redescoberta. Ainda nos dias atuais há um forte indício de tendências pedagógicas tradicionais e uma experimentação que concebe a ciência como pronta e acabada, principalmente na formação inicial de professores.

QUADRO 5 – Propostas do ensino de Ciências

Fator	1950	1960	1970	1980
Situação mundial	Guerra Fria	Crise energética	Problemas ambientais	Competição tecnológica
Situação Brasileira	Industrialização/ democratização Ditadura		Transição política	
Objetivos do ensino de 1º e 2º graus	Formar elite	Formar cidadão	Preparar trabalhador	Formar cidadão/trabalhador
Influências preponderantes no ensino	Escola nova	Comportamentalismo	Comportamentalismo mais cognitivismo	Cognitivismo
Objetivos da renovação do ensino de Ciências	Transmitir informações atualizadas	Vivenciar o método científico	Pensar lógica e criticamente	Analisar implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico
Visão da Ciência no currículo da escola de 1º e 2º grau	Atividade neutra enfatizando produtos	Evolução histórica enfatizando o processo	Produto do contexto político, econômico, social e de movimentos intrínsecos	
Metodologia recomendada dominante	Laboratório	Laboratório mais discussões de pesquisa	Jogos e simulações. Resoluções de problemas	
Instituições que influenciam na proposição de mudanças a nível internacional	Associações profissionais, científicas e instituições governamentais	Projetos curriculares organizações internacionais	Centro de ciências e universidades	Organizações profissionais científicas e de professores e Universidades

Fonte: Krasilchik (1987, p. 22).

3.3 ENTRE O DITO E NÃO DITO: PROBLEMATIZANDO A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

É fundamental promover a problematização em torno da experimentação no ensino de Ciências e em particular no ensino de Química, tendo em vista a forte influência do pensamento lógico-positivista e comportamentalista, favorecendo as visões simplistas sobre a natureza da Ciência. Um professor que acredita que através da comprovação de uma teoria por meio da experimentação pode compreender um fenômeno científico desconsidera - como afirmam Galiazzi e Gonçalves (2004, p. 239) – “a aprendizagem como um fenômeno complexo em que o aluno não aprende uma teoria simplesmente por sua demonstração ou comprovação”.

Galiazzi *et al.* (2001) afirmam que a experimentação representa uma atividade fundamental no ensino de ciências e que sua importância faz parte da crença dos professores, mas que na realidade das escolas é pouco frequente. As razões para esse comportamento podem ser justificadas pela falta de materiais para

a realização das mesmas, pouco tempo para o planejamento do professor, excessivo número de alunos por turma, formação precária do professor, indisponibilidade de laboratório, indisciplina dos alunos (LISBÔA, 2015), enfim o discurso apresentado para o uso da experimentação pelos professores está centrado na falta ou dificuldade de algo.

Hodson (1994) em seu artigo *“Uma visão crítica em relação ao trabalho prático nas aulas de ciência”* salienta que a forma com que os professores abordam os trabalhos práticos em sala de aula é o motivo de insatisfação, enquanto acreditam que a sua realização constitui-se a solução para os problemas de aprendizagem. O que se pode reiterar é que a experimentação constitui um recurso pedagógico significativo, podendo auxiliar na construção dos conceitos científicos. Aqui é possível elencar os seguintes objetivos da experimentação, conforme Hodson (1988): demonstrar um fenômeno, ilustrar um princípio teórico, coletar dados, testar hipóteses, desenvolver habilidades de observação ou medidas, adquirir habilidades no manuseio de equipamentos, entre outros.

Estes objetivos são consideráveis, e vale destacar que a forma como a experimentação é apresentada para o aluno, como em roteiros tipo “receita”, sem a devida reflexão e questionamento quanto à natureza da ciência, favorecem somente princípios empiristas (GALIAZZI, 2001; FERREIRA, HARTWIG, OLIVEIRA, 2010).

Compete primeiramente demarcar o papel dos experimentos no ensino de Ciências, reconhecendo o que distingue um experimento na ciência e no ensino. E se os experimentos vêm dentro de uma perspectiva de ensino e aprendizagem, é necessário elucidar se o que efetivamente se faz no contexto escolar seriam somente experimentos ou configuram-se como trabalhos práticos. Também é essencial apresentar abordagens do ensino experimental voltadas para uma perspectiva da construção social do conhecimento no ensino de Ciências.

3.3.1 O papel da experimentação: um olhar para a ciência buscando o ensino de Ciências

O papel da experimentação no ensino de Ciências e em particular no ensino de Química tem sido motivo de discussões em vários artigos e pesquisas nas últimas décadas (HODSON, 1988; CAAMAÑO, 1992; GIORDAN, 1999; ROSITO, 2000; GALIAZZI, 2001; FERREIRA, HARTWIG, OLIVEIRA, 2010; LISBÔA, 2015). O

fato é que a experimentação é essencial para o ensino de ciências, principalmente quando utilizada dentro de uma diversidade de metodologias, “[...] vinculadas das aulas teóricas, das discussões em grupo e de outras formas de aprender” (ROSITO, 2000, p. 197).

[...] o uso de atividades práticas permite maior interação entre professor e os alunos, proporcionando, em muitas ocasiões, a oportunidade de um planejamento conjunto e o uso de estratégias de ensino que podem levar a melhor compreensão dos processos das ciências. (ROSITO, 2000, p. 197).

Barberá e Valdés (1996) em seu artigo *El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión* discute sobre a validade ou não dos trabalhos práticos no ensino de Ciências, e dentro desta perspectiva a experimentação. E então cita o trabalho de Anderson (1976) que propõe quatro objetivos específicos que devem ser alcançados com o uso dos trabalhos práticos:

1. El laboratorio es el lugar donde una persona o un grupo emprende la tarea humana de examinar e intentar proporcionar una explicación a los fenómenos naturales. 2 El trabajo de laboratorio da la oportunidad de aprender formas de razonamiento sistemáticas y generalizadas que pueden ser transferidas a otras situaciones problemáticas. 3. El laboratorio permite al estudiante apreciar, y en parte emular, el papel del científico en la investigación. 4. El trabajo de laboratorio proporciona una visión de conjunto de las distintas ciencias, que incluye no sólo las líneas maestras de sus interpretaciones sobre la naturaleza, sino también la naturaleza provisional y tentativa de sus teorías y modelos (BARBERÁ; VALDÉS, 1996, p. 367).

Os argumentos a favor apresentados indicam a motivação dos alunos para o aprendizado como principal objetivo, mas pesquisadores como Hodson (1994), criticam essa afirmação, questionando se existem outras formas alternativas e melhores de motivar os alunos e se os trabalhos em laboratório ajudam efetivamente na compreensão dos conceitos científicos.

1. ¿El trabajo de laboratorio motiva a los alumnos? ¿Existen otras formas alternativas o mejores de motivarlos? 2. ¿Los alumnos adquieren las técnicas de laboratorio a partir del trabajo práctico que realizan en la escuela? ¿La adquisición de estas técnicas es positiva desde un punto de vista educativo? 3. ¿El trabajo de laboratorio ayuda a los alumnos a comprender mejor los conceptos científicos? ¿Hay otros métodos más eficaces para conseguirlo? 4. ¿Cuál es la imagen que adquieren los alumnos sobre la ciencia y la actividad científica al trabajar en el laboratorio? ¿Se ajusta realmente esa imagen a la práctica científica habitual? 5. ¿Hasta qué punto el trabajo práctico que efectúan los alumnos puede favorecer las denominadas «actitudes científicas»? ¿Son éstas necesarias para practicar el correcto ejercicio de la ciencia? (HODSON; 1994, p. 300).

A experimentação no ensino historicamente vem sendo pautada numa concepção empirista e também num pensamento indutivista e dedutivista, influenciado também pelas ideias dos pensadores Francis Bacon e René Descartes, que juntamente com Galileu contribuíram para a estruturação do método científico Giordan (1999). Essas ideias foram retomadas e impulsionadas por Augusto Comte em seu Curso de Filosofia Positiva.

O empirismo constitui-se uma tentativa de compreender e explicar como acontece o processo do conhecimento, que tem origem na experiência sensorial. Esta concepção tem influenciado o ensino de ciências, principalmente no que se refere à abordagem da experimentação, pois implica na objetividade e na neutralidade da observação. Ao mesmo tempo é indutivista, enquanto acredita que as evidências observacionais e experimentais podem ser comprovadas e generalizadas. O conhecimento está dado, basta que o encontremos. O mesmo pode ser atribuído à crença de que as leis e as teorias procedem da experimentação, conferindo uma visão empirista (BORGES, 2007).

Conforme Giordan (1999, p. 45) a experimentação além de exercer a função de desenvolver competências específicas relacionadas à execução dos experimentos também é “um veículo legitimador do conhecimento científico, na medida em que dados extraídos dos experimentos constituíam a palavra final sobre o entendimento do fenômeno em causa”.

Hodson (1988) em seu artigo *Experimentos na ciência e no ensino de Ciências*, reafirma que Francis Bacon determinou que o experimento é o principal meio de aquisição de conhecimento científico e que os experimentos estão acima da simples observação. Constituem-se episódios projetados e controlados pelo método científico que se torna efetivo manuseando estes eventos. No entanto, também salienta três pontos que devem ser considerados evitando reforçar a inquestionável crença nos experimentos, principalmente vindos de professores de ciências: 1) muitos eventos observados durante os experimentos não ocorrem no mundo natural; 2) a ciência orientada por experimentos não é o único tipo de ciência e 3) não existem experimentos independentes da teoria” (HODSON, 1988, p. 3).

A partir destes pontos Hodson discute como a relação observação, teoria e experimento influenciam na crença do papel indutivista da experimentação. E então observa que na elaboração de uma teoria a experimentação auxilia “[...] o refinamento dos conceitos e a quantificação das relações conceituais e estabelecem

os limites da aplicabilidade da teoria” (HODSON, 1988, p. 6). Ainda ressalta que “[...] a teoria tem duplo papel na experimentação: geração de questões a serem investigadas e de problemas que requerem elucidação e explicações teóricas” além de servirem “[...] como um guia no projeto preciso de experimentos que respondam a tais questões e resolvam tais problemas” (HODSON, 1988, p. 6).

Outro aspecto a considerar e que é destacado por Hodson (1988) é questão sociológica da experimentação. “[...] as decisões sobre o *que* investigar devem ser inspiradas tanto por considerações econômicas e sociais quanto por “problemas” teóricos” (HODSON, 1988, p. 7). Esta concepção não aparece nos currículos de ciências, a visão de ciência que se propaga é a “[...] da certeza e da inevitabilidade lógicas: as teorias emergem naturalmente a partir da experimentação rigorosa” (HODSON, 1988, p. 7).

Chalmers (1993) aponta que as teorias norteiam tanto a observação quanto a experimentação, e a produção de conhecimentos acontece em observações.

Admitem-se livremente que novas teorias são concebidas de diversas maneiras e, frequentemente, por diferentes caminhos. As teorias podem ser, e geralmente são, concebidas antes de serem feitas observações necessárias para testá-las. É essencial compreender a ciência como um corpo de conhecimento historicamente em expansão e que uma teoria só pode ser adequadamente avaliada se for prestada a devida atenção ao seu contexto histórico. A avaliação da teoria está intimamente ligada às circunstâncias nas quais ela surge. Não se pode manter uma distinção acentuada entre a observação e a teoria porque a observação ou, antes, as afirmações resultantes da observação são permeadas pela teoria. Dois observadores normais vendo o mesmo objeto do mesmo lugar sob as mesmas circunstâncias físicas não têm necessariamente experiências visuais idênticas. O que um observador vê, isto é, a experiência visual que um observador tem ao ver um objeto. É afetado por suas vivências anteriores, isto é, depende em parte de sua experiência passada, de seu conhecimento e de suas expectativas (CHALMERS, 1993, p. 48-9 e 60).

Hodson (1988) sugere uma reforma radical na prática atual, reavaliando criticamente o papel dos experimentos na ciência e no ensino de ciências, reconhecendo que nem todo trabalho prático⁶ é realizado no laboratório, portanto pode não incluir experimentos. Para este autor o trabalho de laboratório pode configurar objetivos distintos: “[...] demonstrar um fenômeno, ilustrar um princípio teórico, coletar dados, testar uma hipótese, desenvolver habilidades básicas de observação ou medida, adquirir familiaridade com aparatos, [...] os professores

⁶ Trabalho prático para Hodson tem um sentido mais amplo é considerado como atividades de aprendizagem de ciências.

devem distinguir com clareza entre aprender ciências, aprender sobre a ciência e fazer ciência” (HODSON, 1988, p. 2).

A experimentação no ensino de Ciências está alicerçada em diversas funções pedagógicas, tendo como preocupação o ensino e a aprendizagem. Seu planejamento, objetiva “[...] ensinar ciências, ensinar sobre a ciência e como fazer ciência” (HODSON, 1988, p. 9). Também se pode pensar em outras funções pedagógicas que não estão vinculadas diretamente à ciência, mas ao desenvolvimento de habilidades sociais e pessoais, importantes ao aprendizado do aluno.

As mudanças curriculares no ensino de ciências promovidas na década de 1960 estabeleceram o aluno como condutor das experimentações, no sentido de que ele realiza as observações, as interferências e a resolução dos problemas da mesma forma que os cientistas o fazem. Esta visão merece uma análise crítica quanto aos objetivos propostos numa experimentação no ensino que difere da experimentação na ciência. É importante considerar que esta perspectiva de aprendizagem vem ao encontro do construtivismo empirista, fundamentado na concepção de que a aprendizagem ocorre individualmente, “[...] o aluno é capaz de construir as linguagens e os modelos teóricos da ciência de forma direta, na interação com o meio físico” (ZANON, 2008, p. 241). Contudo, o aluno não é capaz de desvendar as ciências somente através dos experimentos.

Quanto à percepção de que essas raízes históricas ainda influenciam as atividades experimentais no contexto escolar, deve-se considerar que Borges (2007) defende que o enfoque epistemológico da experimentação está na concepção do professor:

A experimentação, em si mesma, não traz o rótulo de empirista ou construtivista. Se o professor tiver a consciência de que no mesmo experimento são possíveis interpretações diversas, relacionadas a conhecimentos prévios, seu trabalho não será empirista. [...] todo o desenvolvimento científico resulta de uma lenta construção, intercaladas por rupturas e crises (BORGES, 2007, p. 27).

E então as concepções de ensino e aprendizagem que o professor acredita e pratica têm influência direta no papel da experimentação que será efetivamente desenvolvida com os alunos. Se a ênfase for construtivista, as atividades experimentais podem mediar aquilo que o aluno sabe e o novo conhecimento a ser construído, favorecendo as discussões e colocando em confronto suas próprias

teorias e constructos pessoais, provendo dados que possam desafiar e contradizer suas ideias. Como bem explicita Zanon (2008, p. 241) “a aprendizagem das ciências não é direta, mas culturalmente mediada, [...] sendo necessário compreender as interações intersubjetivas capazes de configurar relações dialéticas entre saberes existentes e novas formas de saber”.

Na intenção de desenvolver a aprendizagem da ciência para que o aluno possa dar sentido ao mundo físico no qual está inserido, o trabalho experimental é de suma importância, pois proporciona a familiarização com os fenômenos sobre os quais ele possa tecer entendimentos. O aluno precisa conhecer e manipular os instrumentos, coletar dados através de medidas e observações e realizar experiências confrontando suas ideias e reconstruindo significados frente ao que está posto num processo dialógico entre os pares.

Neste sentido, que Driver *et al.* (1999, p. 34), em seu artigo “*Construindo conhecimento científico na sala de aula*” apresentam que

Conferir significados é um processo dialógico que envolve pessoas em conversação e a aprendizagem é um processo pelo qual os indivíduos são introduzidos em uma cultura por seus membros mais experientes. O conhecimento e o entendimento científico são construídos quando indivíduos se engajam socialmente em conversações e atividades sobre problemas e tarefas comuns. Para que os aprendizes tenham acesso aos sistemas de conhecimento da ciência o processo de construção do conhecimento tem que ultrapassar a investigação empírica pessoal. Quem aprende precisa ter acesso não apenas às experiências físicas. Mas também aos conceitos e modelos da ciência convencional. O desafio está em ajudar os aprendizes a se apropriarem desses modelos, a reconhecerem seus domínios de aplicabilidade e, dentro desses domínios, a serem capazes de usá-los. Se ensinar é levar os estudantes às ideias convencionais da ciência, então, a intervenção do professor é essencial, tanto para fornecer evidências experimentais apropriadas como para disponibilizar aos alunos as ferramentas e convenções culturais da comunidade científica.

Os pressupostos apresentados por Driver *et al.* (1999) corroboram com a ideia da aprendizagem de Ciências que favoreça o processo de enculturação científica, onde o aluno entra em contato tanto com uma nova forma de ver e entender os fenômenos quanto com uma linguagem específica para explicá-los. Desta forma a abordagem experimental deve privilegiar a proposição de resolução de problemas, onde possam discutir refletir, propor, explicar e relatar.

Neste sentido, o papel do professor também adquire outro significado:

O professor assume um papel fundamental nesse processo investigativo, no sentido de propor problemas, acompanhar as discussões, promover novas oportunidades de reflexão, estimular, desafiar, argumentar, ou seja, torna-se um orientador da aprendizagem de seus alunos e auxilia a passagem do senso comum para o saber científico (TRIVELATO; SILVA, 2011, p. 76).

O que se percebe é que o papel da experimentação vem sendo repensado e reestruturado, conforme as concepções da aprendizagem das ciências. E pensando na aprendizagem, os entendimentos sobre a experimentação no Ensino de Ciências têm recebido atenção e classificações entre vários pesquisadores. Portanto, a seguir são apresentados os diversos conceitos e classificações, com a finalidade de delimitar qual o significado de experimentação defendido aqui, considerando a diversidade de sentidos.

3.3.2 Delimitando a experimentação como um trabalho prático: conceitos e classificação

Geralmente os termos experiência, experimento, experimentação, atividade experimental, atividade prática, trabalho experimental são utilizados para designar a mesma ação. Quando se está em sala de aula, coletando dados por meio de observações, manipulando um instrumento ou testando hipóteses, relacionamos essas ações com a experimentação.

Tanto nos dicionários Aurélio (2016) quanto Bueno (2007) a definição de experiência, experimento e experimentação é bastante semelhante. A experiência surge com o sentido de uso, ensaio e tentativa; ato de experimentar. O experimento está relacionado com experimentação, ensaio científico para verificação de um fenômeno físico, experiência. E a experimentação é o ato de experimentar, método científico que preconiza o conhecimento adquirido por prática, estudos, observação, etc.

Entretanto esses termos nos discursos dos pesquisadores Hodson (1994); Campos e Nigro (1999); Rosito (2000); Camaño (2004); Silva, Machado e Tunes (2010) adquirem outros sentidos que perpassam muitos fazeres da sala de aula, do laboratório e de fora do espaço escolar. É neste sentido que serão apresentados os entendimentos desses autores sobre experimentação e classificação gerados a partir disso.

Hodson (1988) em seu artigo *Experimentos na ciência e no ensino de ciências* sugere que se repense o trabalho prático no currículo, buscando reconhecer os papéis do trabalho prático, do trabalho em laboratório, e dos experimentos no ensino de ciências. Ainda ressalta que esses três termos têm sido abordados comumente, como se fossem a mesma coisa, “[...] nem todo trabalho prático é exercido no laboratório, e que nem todo trabalho de laboratório inclui experimentos” (HODSON, 1988, p. 1).

O mesmo autor em outro artigo “*Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio*” (1994) apresenta cinco categorias para os trabalhos práticos:

1. Para motivar, mediante la estimulación del interés y la diversión.
2. Para enseñar las técnicas de laboratorio.
3. Para intensificar el aprendizaje de los conocimientos científicos.
4. Para proporcionar una idea sobre el método científico y desarrollar la habilidad en su utilización.
5. Para desarrollar determinadas «actitudes científicas», tales como la consideración con las ideas y sugerencias de otras personas, la objetividad y la buena disposición para no emitir juicios apresurados (HODSON, 1994, p. 300).

Para Moraes (1998 *apud* ROSITO, 2000) as atividades experimentais podem ser desenvolvidas dentro de diferentes concepções: demonstrativa, empirista-indutivista, dedutivista-racionalista ou construtivista.

Uma experimentação demonstrativa propõe atividades práticas voltadas à demonstração de verdades estabelecidas. Estas atividades geram crença nas ciências e geralmente não permitem compreender a sua construção, nem tampouco contribuem para a visualização do conhecimento no seu todo. Na visão empirista-indutivista, as atividades práticas procuram derivar generalizações indo do particular ao geral. Nesta concepção, a observação é a fonte e a função do conhecimento; o conhecimento científico é obtido daquilo que se observa, aplicando-se as regras do método científico. Num experimento dedutivista-racionalista as atividades práticas são orientadas por hipóteses derivadas de uma teoria. Nesta concepção, a observação e a experimentação, por si só, não produzem conhecimentos. Na perspectiva construtivista as atividades são organizadas, levando-se em consideração o conhecimento prévio dos alunos. Nesta concepção, os experimentos são desenvolvidos na forma de problemas ou testagem de hipóteses, em que existe uma tendência para atividades interdisciplinares, envolvendo o cotidiano dos alunos (ROSITO, 2000, p. 200-201).

Outra proposição de classificação é de Campos e Nigro (1999). Estes autores consideram as atividades práticas em quatro categorias:

1. *Demonstrações práticas*: atividades realizadas pelo professor. Possibilitam ao aluno maior contato com os fenômenos já conhecidos e com equipamentos, instrumentos, fenômenos e até seres vivos.
2. *Experimentos ilustrativos*: atividades que os alunos podem realizar e que cumprem as mesmas finalidades das demonstrações práticas.
3. *Experimentos*

descritivos: atividades que o aluno realiza e que não são obrigatoriamente dirigidas o tempo todo pelo professor. Nelas, o aluno tem contato direto com as coisas ou fenômenos que precisa apurar, sejam ou não comuns ao se dia a dia. Aproximam-se das atividades investigativas, porém não implicam a realização de testes e de hipóteses. 4. *Experimentos investigativos*: atividades práticas que exigem participação ativa do aluno durante sua execução. Diferem das outras por envolverem obrigatoriamente discussão de ideias, elaboração de hipóteses investigativas e experimentos para testá-las (CAMPOS; NIGRO, 1999, p. 151).

Já Rosito (2000) conceitua experiência, experimento e atividade prática. A experiência para a autora remete a ideia de “experiência de vida”, e neste sentido “[...] é um conjunto de conhecimentos individuais ou específicos que constituem aquisições vantajosas acumuladas historicamente pela humanidade”. O experimento vem ao encontro da definição do dicionário “[...] um ensaio científico destinado à verificação de um fenômeno físico”. Já a experimentação “[...] verifica uma hipótese proveniente de experimentos, podendo chegar, eventualmente, a uma lei, dita experimental” (ROSITO, 2000, p. 196).

Quanto à atividade prática, Hodson (1994) apresenta como sendo qualquer trabalho em que os alunos estejam ativos e não passivos. Rosito (2000), reitera a importância das atividades práticas, incluindo a experimentação no ensino de Ciências, “[...] pois possibilitam aos alunos uma aproximação do trabalho científico e melhor compreensão dos processos de ação das ciências” (ROSITO, 2000, p. 196-7).

Para Woolnough e Allsop (1985 *apud* BARBERÁ; VALDÉS, 1996, p. 367), o trabalho prático sugere três objetivos fundamentais, e para que estes objetivos tenham êxito propõe três categorias de trabalho prático:

1. Ejercicios, diseñados para desarrollar técnicas y destrezas prácticas.
2. Investigaciones, en las que los estudiantes tienen la oportunidad de enfrentarse a tareas abiertas y ejercitarse como científicos que resuelven problemas.
3. Experiencias, en las que se propone que los alumnos tomen consciencia de determinados fenómenos naturales.

Caamaño (2004) em seu artigo “Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos?” apresenta uma classificação dos trabalhos práticos baseada em quatro tipos: experiências, experimentos ilustrativos, exercícios práticos e investigação. Para este pesquisador, nem todos os trabalhos práticos têm os mesmos objetivos.

Las **experiencias** son actividades prácticas destinadas a obtener una familiarización perceptiva con los fenómenos. Son ejemplo de experiencias: sentir la fuerza de una goma elástica al estirla, observar las imágenes que forman diferentes lentes, oler un gas, observar los cambios perceptibles en las reacciones químicas (cambio de color, desprendimientos de un gas, formación de un precipitado, etc.). Los **experimentos ilustrativos** están destinados a interpretar un fenómeno, ilustrar un principio o mostrar una relación entre variables. Son ejemplos de experimentos ilustrativos, la observación de la combustión de una vela en el interior de un vaso, la migración de los iones coloreados de una solución en una electroforesis, la difusión del cloruro de hidrógeno en relación con la del amoníaco, etc. Los **ejercicios prácticos** son actividades diseñadas para aprender determinados procedimientos o destrezas, o para realizar experimentos cuantitativos que ilustren o corroboren la teoría. Tienen un carácter especialmente orientado. Por ejemplo, la determinación de la temperatura de fusión; la clasificación de sustancias según sus propiedades; o la determinación del porcentaje de ácido acético en una muestra de vinagre mediante una volumetría. Una **investigación** es una actividad encaminada a resolver un problema teórico o práctico mediante el diseño y la realización de un experimento y la evaluación del resultado. Por ejemplo: ¿cómo varía el volumen de un gas con la temperatura?, ¿qué evidencias experimentales podemos aportar sobre la independencia de los iones en solución acuosa?, ¿cómo podemos determinar la carga eléctrica de un ión? o ¿cuál es el valor de la constante de Avogadro? (CAAMAÑO, 2004, p. 2-3, grifo do autor).

Silva, Machado e Tunes (2010) apresentam sugestões de atividades experimentais que reúnem os seguintes eixos norteadores:

[...] o ensinar e o aprender como processos indissociáveis; a não dissociação teoria-experimento; a interdisciplinaridade, a contextualização e a educação ambiental como decorrentes dos contextos escolhidos para o desenvolvimento dessas atividades (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010 p. 245).

A classificação sugerida por Silva; Machado; Tunes (2010) compreendem:

1. Atividades Demonstrativas-Investigativas: o professor apresenta, durante as aulas, fenômenos simples a partir dos quais ele poderá introduzir aspectos teóricos que estejam relacionados ao que foi observado. Algo positivo neste tipo de abordagem é a articulação entre teoria e prática, favorecendo a relação teoria-experimento, além valorizar as concepções prévias dos alunos, a formulação de questões que gerem os conflitos cognitivos em sala de aula a partir do que os alunos já sabem. Para os autores, uma maneira de conduzir essas atividades com o objetivo de alcançar resultados mais efetivos no processo ensino-aprendizagem, é iniciar pela formulação de uma pergunta que desperte a curiosidade e o interesse dos estudantes. O passo seguinte, durante a realização da atividade, é a destinação,

pelo professor, dos três níveis do conhecimento: a observação macroscópica, a interpretação microscópica e a expressão representacional.

2. Experiências Investigativas: de um modo geral, necessitam de um laboratório. Procuram a solução de uma questão que será respondida pela realização de uma ou mais experiências e envolvem as seguintes etapas: proposição de um problema, identificação e exploração das concepções prévias, elaboração de possíveis planos de ação, experimentação do que foi planejado, análise dos dados e resposta à pergunta inicial.

3. Simulações em Computadores: experimentos que demandam de materiais de alto custo e procedimentos perigosos, com toxicidade considerável ou que exigem muito tempo de realização podem ser substituídos por simulações. Sugere-se o mesmo planejamento adotado para Experiências Investigativas, uma vez que é necessária a adaptação do uso das simulações aos objetivos que se deseja alcançar.

4. Vídeos e Filmes: são estratégias que permitem uma abordagem contextualizada e interdisciplinar de uma determinada realidade. Possibilitam uma observação de fenômenos que demandam um tempo mais longo para ocorrer, além de favorecerem a visualização de processos que ocorrem em realidades distantes. Exige a necessidade de um planejamento, envolvendo as seguintes etapas: proposição de questões antes da exibição, interrupção da projeção para discussão de aspectos exibidos, reexibição de partes do vídeo/filme, destacando aspectos prioritários que deverão ser registrados pelos estudantes e promoção de um debate, analisando as questões propostas antes da exibição.

5. Horta na Escola: estando inserida no ambiente escolar como uma atividade experimental, possibilita uma série de atividades de Ciências Naturais, bem como de Educação Ambiental, abordando a relação teoria-experimento de forma contextualizada; além disso, envolve tratamento de problemas reais.

6. Visitas Planejadas: permitem o levantamento da aplicação do conhecimento, criando a oportunidade de explorar e aprofundar o conteúdo e desenvolver o senso crítico dos estudantes. Exige planejamento prévio, com o objetivo de orientar as atividades durante a visita, desde o agendamento até a metodologia para observação de cada etapa. Para os autores, quatro questões básicas são indispensáveis à investigação: Com o que se produz? Quem produz? Como se produz? Para que ou para quem se produz? (Lufti, 1988, 2005).

7. Estudos de Espaços Sociais e Resgate de Saberes Populares: permite a inserção de um dado contexto social no processo ensino-aprendizagem, inter-relacionando os saberes populares e os saberes formais ensinados na escola. De um modo geral, esse estudo pode ser conduzido apoiado no planejamento sugerido para as visitas planejadas.

Esses pressupostos serviram para a defesa da experimentação como um trabalho prático, com base na concepção de Caamaño (2004), atentando para os diferentes objetivos a que se propõe cada experimentação.

Portanto, se o objetivo da experimentação estiver pautado na aprendizagem de conceitos científicos, é salutar a exposição teórica de como a aprendizagem emerge neste fazer, aclarando as abordagens e os pressupostos teóricos passíveis de relação entre o que a experimentação propõe e o que realmente acontece. Na sequência será abordada e discutida a aprendizagem e algumas perspectivas para a experimentação.

4 EXPERIMENTAÇÃO E APRENDIZAGEM: DA DINÂMICA DA CONSTRUÇÃO AO MOVIMENTO DA RECONSTRUÇÃO

Admitindo que a experimentação favorece o aprendizado, faz-se necessário apresentar alguns entendimentos e perspectivas sobre a aprendizagem, buscando compreender as implicações envolvidas no planejamento e na condução dos experimentos em sala de aula, com vistas à aprendizagem dos conceitos.

O conceito de aprendizagem, de modo geral, pode ser entendido como um processo de mudança de comportamento adquirido através da experiência produzida por fatores emocionais, neurológicos, relacionais e ambientais, que resultam da interação entre estruturas mentais e o meio ambiente.

O fato é que não se aprende somente na escola. A aprendizagem ocorre ao longo da vida e está relacionada a diversos lugares e situações. Contudo a aprendizagem estabelecida na escola é muito mais complexa, pois perpassa pelos conhecimentos advindos da ciência, que precisam ser entendidos como escolares e reconstruídos a partir do que já é conhecido pelo aluno. “Aprender consiste em envolver-se em permanente reconstrução do já conhecido, movimento em que conhecimentos anteriormente construídos servem de âncoras para novos saberes emergentes do processo de aprendizagem” (MORAES; RAMOS; GALIAZZI, 2007, p. 191).

É esta interação que ocorre entre o meio social e cultural, com as estruturas mentais de cada indivíduo, que proporciona a construção de saberes adquiridos da vivência, que constituem os primeiros conceitos, e que no processo de aprendizagem devem ser desconstruídos, superados e reconstruídos.

4.1 A APRENDIZAGEM E SEUS DIVERSOS ENTENDIMENTOS: DIRECIONAMENTOS E CONVERGÊNCIAS

Os entendimentos sobre ensinar e aprender são significativos quando se pensa nos processos de ensino e aprendizagem. Anastasiou e Alves (2015) explicitam em seu texto *Ensinar, aprender, apreender e processos de ensinagem*, o significado dos verbos aprender e apreender, mesmo que estejam envolvidos em uma relação de sujeito e conhecimento, os dois termos têm ações distintas, conforme o que se pretende ao ensinar.

O apreender vem do latim *apreheendere*, que significa segurar, prender, pegar, assimilar mentalmente, entender, compreender, *agarrar*. Não se trata de um verbo passivo; para apreender é preciso agir, exercitar-se, informar-se, tomar para si, apropriar-se, entre outros fatores. O verbo aprender, derivado de apreender por síncope, significa tomar conhecimento, reter na memória mediante estudo, receber a informação de, [...] (ANASTASIOU; ALVES, 2015, p. 19).

Para as autoras, se o objetivo é apenas a recepção de informações, basta a exposição oral, e então uma boa preleção resolve. Entretanto, se a finalidade for a apropriação do conhecimento pelo aluno, faz-se necessário suplantar o aprender, no sentido de entender e compreender. Nesta perspectiva “[...] assistir ou dar aulas precisa ser substituído pela ação conjunta do fazer aulas. [...] surgem as necessárias formas de atuação do professor com o estudante sobre o objeto de estudo e a definição, escolha e efetivação deste novo fazer” (ANASTASIOU; ALVES, 2015, p. 19).

Morin (1999) evidencia o aprender na perspectiva da Biologia do conhecimento, salientando que o aprender remete ao saber como fazer para adquirir saber. O autor afirma que a propensão para aprender está relacionada com a bioquímica do cérebro e que o conhecimento cerebral precisa inevitavelmente do estímulo do meio para operar e desenvolver-se. Ainda salienta que o aprender é um processo evolutivo em espiral, onde os termos inato/adquirido se encadeiam, permutam e se produzem, [...] e isto nos permite compreender a possibilidade de aprender (MORIN, 1999).

Aprender não é somente reconhecer o que, virtualmente, já era conhecido; não é apenas transformar o desconhecido em conhecimento. É a conjunção do reconhecimento e da descoberta. *Aprender comporta a união do conhecido e do desconhecido* (MORIN, 1999, p. 77).

Já Bonito (2012) relata que a palavra “aprendizagem” não designa o ato de aprender. De modo geral, durante muito tempo este termo estava relacionado com a “aquisição, mediante uma atividade de ensino, dos conhecimentos necessários sobre uma determinada profissão” (BONITO, 2012, p. 81). O autor ainda acrescenta que no âmbito da psicologia, o emprego do termo aprendizagem está relacionado a novos comportamentos adquiridos ou modificados através da interação com o meio. Para a psicologia cognitiva a aprendizagem é considerada como um processo construtivo e não receptivo.

Resulta da interação entre o que o aluno já sabe, a informação que acolhe e o que ele realiza durante esse mesmo processo. Por conseguinte, aprender é uma criação do aluno, deriva do seu ponto de vista, do seu conhecimento, da forma como explora a aprendizagem e a informação que recebe (BONITO, 2012, p. 82-3).

A ação docente depende das concepções que os professores têm sobre o ato de aprender. Moraes (2007) enfatiza que todo professor traz consigo uma concepção tanto do que deve ensinar em termos de conteúdo quanto das suas crenças e teorias pessoais referentes ao ensino e à aprendizagem. Essas teorias emergem na prática docente e manifestam-se na sala de aula.

Porlán e Rivero (1998 *apud* MORAES, 2007, p. 20) apresentam alguns entendimentos sobre o aprender:

[...] aprender receptivo, aprendizagem por assimilação, a compreensão formal de conteúdos, a aquisição factual de conceitos, a descoberta, o construtivismo simplificado, o desenvolvimento de conceitos e a aprendizagem entendida como construção.

Esses entendimentos que perfazem a sala de aula e que se repetem nos fazeres dos professores influenciam os saberes e os fazeres dos alunos também. O primeiro entendimento apresentado por Porlán; Rivero (1998 *apud* MORAES, 2007) é o aprender receptivo, caracterizado pela aprendizagem por recepção, os conteúdos são explicados em sala de aula e os alunos através da atenção deterão estes temas utilizando a memorização, absorvendo os conteúdos sem a devida relação com o que foi apresentado a eles anteriormente.

Na aprendizagem por assimilação se acredita que o conhecimento é assimilado quando se institui a relação entre novos conhecimentos e conhecimentos aprendidos anteriormente. Contudo, além de assimilar é preciso que ocorra a compreensão formal dos conteúdos. Assim, entender os conteúdos apresentados em sala de aula é imprescindível, principalmente pensando na substituição dos conteúdos do senso comum pelos científicos.

A próxima perspectiva de aprendizagem considera a aquisição factual dos conceitos, onde os alunos são envolvidos em atividades interativas através de recursos didáticos. Pressupõe-se a aprendizagem por indução, e os alunos realizam atividades relacionadas aos conceitos que os professores desejam que eles aprendam. Este tipo é conhecido como aprendizagem por descoberta.

Compreender que o aluno aprende efetivamente quando faz descobertas, ou redescobre, corresponde a considerar que os alunos aprendem descobrindo os conceitos científicos a partir da prática e do envolvimento com experimentos e vivências com a realidade. A crença é de que por indução, a partir da observação de uma variedade de fatos, os alunos descubram os conceitos e princípios da ciência (MORAES, 2007, p. 22).

Outra forma de aprender compreende o construtivismo simplificado. Aqui se considera o conhecimento prévio do aluno e sua participação ativa, no sentido de construir e reconstruir os saberes do senso comum pelos conhecimentos científicos. Ainda outra concepção valoriza o desenvolvimento dos conceitos, considerando os conhecimentos que os alunos trazem e a interação destes com o que o professor apresenta em sala de aula. Dessa forma, o confronto das ideias proporcionaria o aprendizado. Concluindo, tem-se a concepção construtivista da aprendizagem: os conhecimentos prévios dos alunos devem evoluir e se complexificar, numa reconstrução permanente.

Moraes (2007) ainda ressalta que alguns entendimentos sobre a aprendizagem na escola devem ser revistos e superados: a ideia da absorção e recepção dos conhecimentos prontos vindos de fora; o pensamento de que os conhecimentos não são aprendidos simplesmente através do desenvolvimento de algo que está dentro do aluno e muito menos através da descoberta e treinamento. “Aprendizagens efetivas envolvem intensamente os sujeitos, correspondendo a reconstruções contínuas de aprendizagens anteriores, espaços em que os alunos necessitam assumir suas próprias autorias” (MORAES, 2007, p. 25).

Driver *et al.* (1999) discutem a construção do conhecimento científico em sala de aula e defendem a

[...] aprendizagem das ciências como processo de enculturação e não de descoberta, argumentando que o estudo empírico do mundo natural não resultará em conhecimento científico porque o conhecimento científico é, por natureza, discursivo (DRIVER *et al.*, 1999, p. 39).

A aprendizagem constitui-se em um processo de reconstrução constante, onde os conhecimentos anteriores são construídos e complexificados, tornando-se mais amplos e ressignificados. Nesta perspectiva é imprescindível “[...] contextualizar as aprendizagens de sala de aula, estabelecendo pontes entre o que se trabalha e os significados já atribuídos pelos alunos aos temas” (MORAES, 2007, p. 28).

Este movimento proporcionado no processo de aprendizagem, onde conhecimentos são elaborados e construídos, a linguagem tem função mediadora entre a pessoa e o mundo. Aprender é, portanto, apropriar-se do discurso da ciência, utilizando adequadamente os conceitos científicos. Trata-se da interação e do confronto das ideias, do diálogo, das conversas entre os pares, do envolvimento reflexivo, que ocorre principalmente através de diferentes vozes que façam parte do processo de aprender: colegas, professores, livros, revistas, internet e especialistas nos assuntos abordados (MORAES, 2007).

Assumindo a ideia da aprendizagem reconstrutiva de Moraes; Ramos; Galiazzi (2007) que apresentam

[...] a concretização dos princípios de aprendizagem reconstrutiva, sempre com base em movimentos na linguagem, pode dar-se a partir da organização de comunidades de pesquisa. Essas comunidades, movimentando-se a partir de desafios e questionamentos das realidades e discursos já conhecidos, desafiam-se avançar para modos discursivos mais complexos, ao mesmo tempo em que os participantes vão se constituindo sujeitos da reconstrução e realidades em que estão inseridos. Ao excursionar para dentro de discursos ainda não conhecidos, os participantes de aula, de modo particular nas aulas de Química, vão se assumindo como sujeitos nos discursos especializados dos químicos (MORAES; RAMOS; GALIAZZI, 2007, p. 208).

Como se percebe a aprendizagem deve se revestir de uma perspectiva onde o aluno deixa de ser objeto e passa a ser sujeito do processo, ativo e não passivo, onde o conhecimento nesta concepção “[...] cria-se e volta a criar-se, baseando-se na aprendizagem anterior. A busca de significado é precisamente, o motivo que move o aluno a desenvolver o processo de aprendizagem” (BONITO, 2012, p. 83).

Diante dos entendimentos sobre a aprendizagem expostos até aqui, é importante esboçar um posicionamento na intenção de inter-relacioná-los com a aprendizagem proporcionada na e pela experimentação. Nesse sentido a aprendizagem é concebida como um processo de reconstrução, que sendo contínuo, movimenta os conhecimentos anteriormente construídos, no sentido de retomar, desorganizar, e complexificar o que está estabelecido. É nesta desordem que surgem novas formas de organização conceitual, superando conceitos e tornando-os mais amplos e ressignificados (MORAES, 2007).

4.2 A APRENDIZAGEM POR MEIO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS: CONCEPÇÕES E PERCURSOS

A utilização de atividades experimentais que promovam habilidades cognitivas através da investigação é o que se pretende refletir e discutir aqui, considerando que esta temática é de suma importância para o ensino de química e tem sido defendida nas pesquisas de Gil-Pérez, Valdés Castro (1996); Caamaño (2005); Carvalho (2013); Stuart (2014); Kasseboehmer; Hartwig; Ferreira (2015) entre outros.

Stuart (2014) apresenta que atividades experimentais eram utilizadas nos cursos de Química na Europa no século XVII e XVIII com enfoque na medicina, especificamente no preparo de fármacos. Contudo seu desenvolvimento priorizava as demonstrações, planejadas de forma a evitar os erros, com a finalidade de ilustrar leis e princípios químicos.

No entanto uma nova metodologia para as atividades experimentais surgiu com o jovem professor Justus Von Liebig (1803–1873), e seu método ficou conhecido por “Modelo de Giessen”.

Leibig não se atentava à demonstração de experimentos ou reprodução de descobertas de princípios ou de conceitos químicos. No modelo de Giessen ensinava-se os alunos a pesquisar em Química, e estes, comunicarem suas pesquisas a seus colegas de trabalho, surgindo, então, uma equipe de pesquisadores novatos nos cursos de química. [...] suas aulas práticas de laboratório eram consideradas, pelos seus alunos, extremamente rígidas, por demandar tempo e dedicação destes para sua resolução. [...] seus alunos deveriam investigar o conteúdo de diversos frascos, identificados somente por uma letra do alfabeto. [...] quando os alunos terminavam a investigação e obtinham suas conclusões, eram considerados aptos por Liebig para trabalharem na pesquisa de problemas individuais (STUART, 2014, p. 66).

Pode-se considerar que a metodologia utilizada por Liebig privilegiou a investigação, sendo uma das primeiras abordagens experimentais com estas características, onde o aluno tinha um trabalho intenso. A metodologia de Liebig influenciou o trabalho experimental em diversos países europeus e nos Estados Unidos, além de influenciar também o ensino das universidades brasileiras quase um século depois.

Conforme apresentado anteriormente, a experimentação numa concepção tradicional fundamentada numa concepção empírico-indutivista da ciência, não

contempla a relação teoria-prática. Baseia-se na comprovação de fatos e teorias e desconsidera o erro como parte do processo de construção do conhecimento. Atividades propostas desta forma contribuem para concepções equivocadas e estereotipadas das ciências, que conforme Cachapuz *et al.* (2005) favorecem uma visão descontextualizada e neutra; rígida, algorítmica e infalível; a-problemática, a-histórica e exclusivamente analítica.

As atividades experimentais investigativas têm como característica partir de uma situação-problema relacionada com o cotidiano e de interesse do aluno. Ao professor cabe inicialmente conhecer as concepções prévias dos alunos e colocá-las em discussão para que através do desenvolvimento do conteúdo e do experimento, os alunos possam chegar à solução do problema investigado.

Nesse tipo de atividade o mais importante é o processo, pois é nele que se observam os processos cognitivos, argumentativos e a interação entre professor e aluno. A participação dos alunos é imprescindível, pois saem da posição de passividade para assumirem o protagonismo do processo investigativo, com vistas à resolução de um problema, que pode ser proposto por eles mesmos ou pelo professor.

As ações dos alunos nesta perspectiva consistem em elaborar hipóteses, coletar os dados e analisá-los à luz da teoria, propondo as soluções e comunicando os resultados. O erro é visto com algo de extrema importância, pois favorece o confronto das ideias, refletindo as possíveis causas, promovendo o desenvolvimento do raciocínio lógico e argumentativo. O professor tem uma participação diferenciada, pois se torna um mediador dos saberes apresentados pelos alunos. Ele organiza, cria e recria as situações de reflexão sobre o tema, orientando as perguntas e desafiando-os na elaboração de suas próprias hipóteses e possíveis soluções (STUART, 2014).

Caamaño (2005) em seu artigo *“Trabajos prácticos investigativos en química en relación con el modelo atómico-molecular de la materia, planificados mediante un diálogo estructurado entre profesor y estudiante”*, explicita que a ineficácia dos trabalhos práticos realizados na escola é atribuída à sua apresentação num formato fechado, isto é, com instruções que devem ser seguidas pelos estudantes. Não há oportunidade de discussão sobre o problema, como se pretende resolvê-lo e qual a importância que tem em relação aos modelos teóricos desenvolvidos nas aulas de ciências.

Diante disso, o autor propõe que se trabalhe de forma aberta, planejando problemas que possam ser resolvidos numa concepção de construção de um modelo químico pertinente, permitindo que os estudantes pensem de que maneira podem resolvê-lo através de uma série de questionamentos estruturados, que constituem a base do diálogo entre professor e estudantes e também entre os estudantes. Esta proposta didática constitui uma aposta para a realização de trabalhos práticos investigativos que abordem problemas significativos no desenvolvimento dos modelos teóricos escolares.

Ainda Caamaño (2005) classifica as investigações de acordo com o tipo de problema a ser resolvido em investigações para resolver problemas teóricos e práticos. O autor salienta que na resolução de problemas, tanto teóricos quanto práticos, é necessária uma visão holística (global) da aprendizagem dos procedimentos, que possibilitam uma melhor compreensão conceitual e procedimental da ciência, tornando as atividades mais motivadoras.

A investigação para a resolução de problemas teóricos tem como objetivo principal fornecer evidência experimental na formação dos modelos científicos escolares, permitindo contrastar hipóteses e determinar propriedades que demarcam as teorias no processo de elaboração escolar. Como exemplo tem-se a investigação de como varia o volume de um gás com a temperatura no desenvolvimento do modelo cinético-corpúscular dos gases.

A investigação para resolver problemas práticos tem como objetivo principal a compreensão procedimental da ciência e sua contextualização prática. São investigações para resolver problemas do contexto da vida cotidiana ou das aplicações práticas da ciência. Por exemplo, qual detergente é mais eficaz? Qual a quantidade de ferro que contém uma pastilha para combater a anemia? (CAAMAÑO, 2005).

Neste viés de discussões, Caamaño (2005) apresenta cinco passos para que as atividades tenham as características de uma abordagem investigativa:

1. La fase de planteamiento y percepción del problema, en la cual el profesor plantea y contextualiza el problema a resolver, y los estudiantes han de comprenderlo y conceptualizarlo.
2. La fase de planificación en la que debe decidirse el método que se puede utilizar y planificar el procedimiento experimental y los cálculos que serán necesarios realizar, hasta disponer de una visión global de la investigación. Es en esta fase donde proponemos una secuencia de cuestiones estructuradas que guíen el diálogo profesoralumnos, que debe conducir a una elaboración conjunta del procedimiento de resolución.

3. La fase de realización, que implica el montaje experimental, la toma de medidas y el tratamiento numérico, gráfico o informático de los datos.
4. La fase de evaluación, que implica la valoración del resultado o resultados obtenidos y el análisis de su plausibilidad, comparando con los resultados obtenidos por otros grupos y con los valores que puedan encontrarse tabulados.
5. La fase de comunicación, que implica la redacción de un informe y, siempre que se pueda, la comunicación oral de la investigación realizada (CAAMAÑO, 2005, p. 12).

A partir das ideias de Caamaño (2005), percebem-se as tarefas bem definidas do professor e do aluno no sentido de favorecer a aprendizagem através do diálogo entre professor e aluno, proporcionado pela resolução de problemas num processo investigativo.

Silva e Núñez (2002) apresentam em seu artigo “*O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes - reflexões teórico-metodológicas*” que é por meio de experimentos que uma atividade experimental pode se converter em atividade cognoscitiva criadora, desde que se utilizem tarefas investigativas e produtivas na intenção de que os alunos possam construir e empregar os conhecimentos assimilados.

Nesse sentido, a aprendizagem a partir de problemas pode ser um dos meios importantes para desenvolver as potencialidades criativas dos alunos, como também pode ser considerada uma estratégia que mobiliza os conhecimentos e habilidades dos alunos, na relação teoria e prática, baseada na aplicação de problemas relativos a seus interesses quanto ao contexto. O caráter criador da atividade pode se formar e se desenvolver, familiarizando-se sistematicamente os estudantes com o trabalho de caráter criador, colocando-os em situações nas quais tenham de resolver problemas criadores, que vão se complicando gradualmente (SILVA; NÚÑEZ, 2002, p. 1199).

Gil-Perez; Castro (1996) apresentam que uma prática de laboratório que pretende aproximar-se de uma investigação deve abandonar uma abordagem tão somente experimental e integrar outros aspectos essenciais da atividade científica. E neste sentido descrevem aspectos importantes que devem ser considerados para uma atividade investigativa. São eles:

1. Apresentar situações problemáticas abertas.
2. Favorecer a reflexão dos estudantes sobre a relevância e o possível interesse das situações propostas, evitando um estudo descontextualizado e socialmente neutro.

3. Potencializar análises qualitativas e significativas, que ajudem a compreender e acatar as situações planejadas e a formular perguntas operativas sobre o que se busca.

4. Considerar a elaboração de hipóteses como atividade central da investigação científica, sendo este processo capaz de orientar o tratamento das situações e de fazer explícitas as pré-concepções dos estudantes.

5. Conceder uma importância na elaboração de projetos e planejamentos das atividades experimentais pelos próprios estudantes.

6. Considerar as análises detendo-se nos resultados à luz do corpo de conhecimentos disponíveis, das hipóteses manejadas e dos resultados das demais equipes de estudantes.

7. Considerar possíveis perspectivas e contemplar, em particular, as implicações CTS do estudo realizado.

8. Fazer um esforço de integração que considere a contribuição do estudo realizado na construção de um corpo coerente de conhecimento, assim como as possíveis implicações em outros campos de conhecimento.

9. Conceder uma especial importância à elaboração de memórias científicas que refletem o trabalho realizado e podem servir de base para ressaltar o papel da comunicação e do debate na atividade científica.

10. Potencializar a dimensão coletiva do trabalho científico organizando equipes de trabalho e facilitando a interação entre cada equipe e a comunidade científica.

O que se pode perceber a partir do que foi exposto aqui é que o ensino por investigação tem como aspecto principal o protagonismo dos alunos, deixando a postura passiva e buscando o enfrentamento na resolução dos problemas. Isso possibilita o pensar e a elaboração de raciocínios, com a verbalização e escrita de suas ideias, dialogando com os pares e justificando seu entendimento.

Também o professor adquire novas demandas, pois primeiramente precisa conhecer muito bem o tema para então elaborar perguntas que façam com que seus alunos pensem, tendo uma atitude ativa e aberta, valorizando as respostas de seus alunos e questionando os erros, sem excluir do processo o aluno que errou, e não considerando determinadas respostas como melhores ou única (AZEVEDO, 2013).

Nesta perspectiva é que se vislumbra a criação de situações problematizadoras, que na sua essência sejam questionadoras e proporcionem

diálogo, situações estas que envolvam a resolução de problemas e que possibilitem a dinâmica da reconstrução do conhecimento.

4.3 A APRENDIZAGEM ATRAVÉS DE SITUAÇÕES PROBLEMATIZADORAS: PERSPECTIVAS A PARTIR DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Uma das finalidades da educação contemporânea é promover nos alunos a capacidade de aprender a aprender, fazendo com que de maneira especial adquiram habilidades e estratégias que permitam aprender por si mesmos novos conhecimentos, construindo autonomia. Isto se tem constituído um desafio, tendo em vista as mudanças culturais, tecnológicas e profissionais que estão impostas nos dias atuais.

Neste sentido, a resolução de problemas trata-se de uma das formas que possibilita uma atitude mais ativa dos alunos na tarefa de aprender a aprender. Carvalho (2013) quando discute em seu artigo “*O ensino de ciências e a proposição de seqüências de ensino investigativas*”, salienta a importância de um problema para o início da construção do conhecimento.

O autor afirma que a proposição de um problema seria “um divisor de águas” entre o ensino expositivo feito pelo professor e o ensino em que o aluno é instigado a raciocinar e construir seu conhecimento. No primeiro o aluno segue a linha de raciocínio do professor, não sendo o agente do pensamento. “Ao fazer uma questão, ao propor um problema, o professor passa a tarefa de raciocinar para o aluno e sua ação não é mais a de expor, mas de orientar e encaminhar as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento” (CARVALHO, 2013, p. 2).

A aprendizagem através da resolução de problemas baseia-se no planejamento e na apresentação de situações novas e abertas que exijam atitude de enfrentamento, de ação dos alunos na busca das respostas por si mesmos às perguntas que provocam inquietação, principalmente se as questões propostas estão relacionadas com o seu cotidiano, sem que recorram ao livro texto e ao professor.

[...] a aprendizagem da solução de problemas somente se transformará em autônoma e espontânea se transportada para o âmbito do cotidiano, se for gerada no aluno atitude de procurar respostas para suas próprias perguntas/problemas, se ele se habituar a questionar-se ao invés de receber somente respostas já elaboradas por outros, seja pelo livro-texto,

pelo professor [...] O verdadeiro objetivo final da aprendizagem da solução de problemas é fazer com que o aluno adquira o hábito de propor-se problemas e resolvê-los como forma de aprender (POZO, 1998, p. 15).

A história da humanidade nos aponta que a ciência teve suas origens na curiosidade do ser humano. As crianças perguntam continuamente pelo sentido das coisas, e vão construindo explicações para os fenômenos que as cercam. As contradições começam a surgir quando se inicia o desenvolvimento do conhecimento escolar em ciências. Geralmente os conteúdos apresentam-se separados do cotidiano, favorecendo a desconexão estabelecida entre o pensamento científico e comum. Isto posto, os alunos acabam por construir saberes paralelos: uns para o mundo escolar e outros para o mundo real, de tal forma que as concepções científicas não são utilizadas na resolução de problemas em contextos diferentes dos escolares (GONÇALVES *et al.*, 2007).

A resolução de problemas que visa uma investigação deve estar apoiada na participação ativa do aluno, oportunizando-o a observação, a elaboração de hipóteses, a reflexão, discussão, explicação da situação problematizadora, comunicando e confrontando suas ideias, frente aos resultados observados, por meio da construção de argumentos, da interpretação e da análise do fenômeno proposto.

O que caracteriza um problema fundamentalmente é a situação subjetiva, nova e altamente idiossincrática que exige uma atividade cognitiva. Demanda estratégias originais e gera um conflito, um incômodo, promovendo nos alunos um compromisso com a resolução, pois se sentem envolvidos com a problemática. É um processo complexo, não existindo regras fixas para resolvê-lo (GONÇALVES *et al.*, 2007).

O problema é identificado por Lester (1983 *apud* POZO, 1998, p. 15) como “uma situação que um indivíduo ou um grupo quer ou precisa resolver e para a qual não se dispõe de um caminho rápido e direto que o leve à solução”. Logo o problema constitui-se de uma situação nova ou diferente do que já foi aprendido, enquanto que na realização do exercício somente se utilizam habilidades ou técnicas sobre aprendidas, exigindo uma demanda cognitiva e motivacional menor do que na resolução de problemas. A seguir apresenta-se o quadro 6 que explicita as principais diferenças entre exercícios e problemas.

QUADRO 6 – Comparativo entre exercícios e problemas.

Ejercicio	Problema
Se conocen anticipadamente los pasos que se han de seguir	Se desconoce el camino que es preciso seguir para abordar a la solución
La estrategia para llegar a la solución es, generalmente, única.	Existe más de una estrategia para llegar a la solución.
Tiene un único resultado (solución cerrada).	Puede tener más de un resultado (solución abierta).
Es de resolución sencilla, requiera habitualmente del manejo de pocos contenidos.	Su resolución es más compleja. No sólo requiere involucrar más de un contenido, sino también integrarlos.
Sólo implica la aplicación mecánica de ciertas destrezas en la resolución de problemas descontextualizados.	Implica aplicación y combinación de variadas destrezas, la consideración del contexto y el despliegue de la creatividad.
No es necesario que el alumno se apropie del problema para que éste sea resuelto.	Es necesaria una buena motivación para que el alumno se apropie del problema.
Ejemplo: calcular la longitud final de un alambre de aluminio que varía su temperatura de 20°C a 120°C.	Ejemplo: determinar el tamaño que tendrá el orificio de una arandela de hierro que inicialmente tiene un diámetro de 2 cm, cuando se dilata al calentarse sobre una llama.

Fonte: Gonçalves *et al.*, (2007, p. 9-10).

Pozo (1998) salienta que muitas vezes existe a impossibilidade de se determinar quando uma tarefa escolar é um exercício ou um problema, pois depende de fatores como experiência em resolvê-los, dos conhecimentos prévios de quem está executando e também dos objetivos estabelecidos enquanto os realiza. Isto propõe que os limites nem sempre são facilmente distintos ou estabelecidos. A definição de um problema ou de um mero exercício em sala de aula passa pela proposição e pela explicitação das metas que serão imprescindíveis nesta distinção.

Os problemas que os professores apresentam em sala de aula distanciam-se bastante dos problemas reais enfrentados na vida cotidiana. Gonçalves *et al.*, (2007) compara os problemas reais com os escolares, explicitados no quadro 5:

QUADRO 7 – Comparativo entre problemas reais e problemas escolares

Problemas Reales	Problemas Escolares
En el mundo cotidiano, el primer paso antes de resolver un problema y en ocasiones el más difícil – es reconocer que ese problema existe.	En el contexto escolar, el docente ofrece el problema claramente delimitado.
El sujeto es involucrado activamente en ellos.	No siempre los alumnos se apropian de ellos.
Los datos necesarios para su resolución no aparecen en forma clara, y tampoco es explícito el sitio en el cual puede buscarse la información.	Suelen presentarse a los alumnos todos los datos necesarios para su resolución.
Las soluciones a los problemas suelen depender del contexto.	Se presentan los problemas de contexto.
En el mundo cotidiano, los problemas pueden resolverse utilizando tanto el conocimiento racional como el empírico.	Se desestima el conocimiento empírico que el alumno posee.
El significado de su resolución es evidente.	La resolución no siempre se experimenta como algo significativo.

Fonte: Gonçalves *et al.* (2007, p. 16).

Também é importante pensar sobre como realizar a transferência de um problema escolar para um problema cotidiano, pois este é um desafio que necessita de superação. Uma dificuldade em transferir um conhecimento adquirido em sala de aula para um contexto vivenciado no cotidiano se deve aos contextos apresentados e aprendidos em sala de aula e a distância destes com os contextos sociais, onde devem ser aplicados. Gonçalves *et al.* (2007) ressalta que quando o professor apresenta problemas escolares distanciados dos cotidianos, pode-se criar uma falsa ideia de que para solucioná-los se é necessário utilizar diferentes formas de análise da realidade, quando verdadeiramente os conhecimentos são complementares e possíveis de serem transferidos entre ambos domínios. Pozo (1998) apresenta que esta transferência é necessária para que os alunos possam compreendê-los como problemas.

Embora não se trate de reduzir os problemas escolares ao formato das tarefas e situações cotidianas, parece que para que os alunos enfrentem as tarefas escolares como verdadeiros problemas é necessário que elas tenham relação com os contextos de interesse dos alunos ou, pelo menos, adotem um formato interessante, no sentido literal do termo (POZO, 1998, p. 42).

Por conseguinte, um objetivo proclamado para a formação científica dentro da Educação Básica é capacitar os alunos para “[...] enfrentar situações cotidianas, analisando-as e interpretando-as através dos modelos conceituais e também dos procedimentos próprios da ciência” (POZO, 1998, p. 68). Quando se oferecem situações descontextualizadas, pelas quais os alunos não serão confrontados com algum problema relevante, o interesse pode até acontecer por parte de algum aluno, mas não provocará aprendizagem significativa (GONÇALVES *et al.*, 2007).

Na intenção de propor aos alunos a resolução de problemas e que estes estejam associados as situações cotidianas, é necessário ensinar-lhes ciências resolvendo problemas. Outro aspecto a considerar são os diferentes significados que o termo “problema” adquire em contextos escolares, cotidianos e científicos.

A ciência projeta, elabora e resolve seus problemas aplicando um método próprio: o científico. Neste método a estratégia utilizada é baseada na formulação de hipóteses derivadas de modelos teóricos, na experimentação e nas medidas quantitativas. Assim sendo, a ciência não resolve os problemas reais e sim teóricos, questionando seus próprios modelos, sendo este o principal diferencial do conhecimento científico para o cotidiano.

A inclusão do método científico nos currículos do ensino de ciências como um conteúdo procedimental não garante que os alunos encarem de forma científica os problemas cotidianos e escolares. Somente vulgariza e mecaniza a experiência, reduzindo o fazer ciência na aplicação do método científico.

São tarefas fechadas, nas quais o método científico passa a ser uma rotina que deve conduzir necessariamente a um determinado resultado. Com isso, fragiliza-se, se não o sentido, o espírito do que é a pesquisa científica como processo de resolução de problemas, transformando essas atividades mais em exercícios fechados do que em problemas verdadeiramente abertos (POZO, 1998, p. 75).

Quando a perspectiva da resolução do problema reside somente nos procedimentos para a comprovação de hipóteses, princípios e teorias, os alunos têm poucas oportunidades de comprovar suas hipóteses. Desta forma, as tarefas escolares diferem na finalidade das experiências.

Já as situações cotidianas são assumidas pelos sujeitos como “seus problemas”, e para tal buscam alcançar um resultado para esta situação, que é essencialmente prático. Por outro lado, nos problemas científicos, além dos resultados alcançados é preciso atribuir significados teóricos que possam ser generalizados como um princípio aplicável em outras situações.

Nos problemas escolares a motivação, as atitudes e os conhecimentos prévios dos alunos são importantes para a obtenção dos resultados, e o enfoque se dá para o caminho percorrido pelos alunos na resolução dos problemas. O que se percebe é que os problemas escolares, cotidianos e científicos têm finalidades distintas. Para que se possa vislumbrar a transferência de um para o outro é necessário criar estratégias que possibilitem diminuir a distância entre esses problemas.

Comumente os problemas escolares concebem que o aluno está envolvido com a ciência, tem interesse e quer resolver os problemas científicos, o que na realidade não é habitual. Os alunos estão mais próximos dos problemas cotidianos, dos conhecimentos que os envolvem no dia a dia e que muitas vezes estão distantes daqueles que a ciência projeta. Dessa forma, é imprescindível a mudança curricular no sentido de auxiliar os alunos na aquisição de “[...] hábitos e estratégias de resolução de problemas mais próximos aos da ciência, assim como a discriminar as tarefas e contextos nos quais esses métodos se tornam mais eficazes do que uma abordagem cotidiana” (POZO, 1998, p. 77).

E neste sentido é que se desenha uma classificação para os problemas escolares, que objetivam gerar nos alunos conceitos, procedimentos e atitudes próprios da ciência na intenção de aproximar as questões escolares, buscando compreender e resolver com mais propriedade os problemas que se vislumbram no funcionamento do cotidiano, da natureza e da tecnologia. Assumindo aqui a classificação proposta por Pozo (1998), que considera a forma como são trabalhados em sala de aula e os objetivos educacionais no contexto do currículo de conhecimentos do meio natural, os problemas escolares são classificados em qualitativos, quantitativos e pequenas pesquisas.

Os problemas qualitativos são aqueles que podem ser resolvidos através do raciocínio teórico, com base na interpretação científica de diferentes fenômenos, sem a necessidade de apoiar-se em cálculos numéricos e não requerendo para a sua solução a realização de experiências ou de manipulações experimentais. Usualmente são problemas abertos, com a finalidade de explicar, predizer um fato, analisar as situações cotidianas e científicas e interpretá-las à luz de seus conhecimentos e da ciência.

Como exemplos deste tipo de problema:

Por que as roupas secam mais rapidamente nos dias em que há vento do que naqueles em que não há? Todos sabemos como funciona um termômetro: quando a temperatura aumenta, o nível do mercúrio sobe. Por que isso ocorre? Que outras formas de medir a temperatura conseguem imaginar? (POZO, 1998, p. 79).

As vantagens na utilização de problemas qualitativos é que estes se constituem como instrumentos capazes de trabalhar com os conceitos científicos, movimentando as ideias que os alunos têm sobre aquele tema e discutindo com seus colegas. Também impedem que os alunos os resolvam mecanicamente, sem nenhuma reflexão qualitativa prévia.

Uma das dificuldades apresentadas na proposição de problemas qualitativos é que em geral representam problemas muito abertos, podendo ser resolvidos com base em diversos pontos de vista, gerando incapacidade em resolvê-los, por serem muito vagos. Uma alternativa para isso seria definir claramente os objetivos antes de enunciá-los e assistir aos alunos no sentido de que possam compreendê-los através de informações complementares e avaliando suas hipóteses.

Os problemas quantitativos são aqueles que para a sua resolução demandam cálculos numéricos fundamentados na utilização de equações matemáticas. Frequentemente são os mais utilizados nas aulas de ciências, por diferentes razões. Contudo Pozo (1998) apresenta vantagens na sua utilização:

[...] esses problemas podem ser úteis na hora de alcançar objetivos concretos como, por exemplo, ajudar o aluno a compreender os conceitos científicos por meio da aplicação de determinadas magnitudes aos cálculos; permitir a aprendizagem de habilidades, técnicas e algoritmos básicos para a aplicação da ciência a problemas concretos; familiarizar o aluno com a importância das medidas, da previsão, das magnitudes e das unidades utilizadas para medi-las, etc. (POZO, 1998, p. 81).

O inconveniente da utilização de problemas quantitativos reside no fato de que em muitos casos os problemas matemáticos são superpostos com os científicos. O que pode acontecer é que as dificuldades matemáticas mascarem o problema científico e que também os professores possam perceber e avaliá-los como uma tarefa essencialmente matemática. E então surgem vários questionamentos sobre o que se pretende quando se propõe problemas quantitativos: “[...] ensinar ciências, ensinar a calcular determinados dados ou ensinar resolver problemas em geral?” (POZO, 1998, p. 82). Aqui destaca-se um exemplo desse tipo de problema: “[...] conhecidas as densidades do gelo e da água do mar, determine qual a porcentagem de um iceberg que permanece submerso.” (GONÇALVES *et al.*, 2007, p. 19).

Refletir sobre a quantificação dos problemas em ciências é um meio pelo qual se pode facilitar a compreensão e a abordagem dos conceitos científicos, porém não constitui a finalidade do problema. Outra questão é o uso abusivo de problemas quantitativos em sala de aula, pois essa prática na maioria dos casos produz um reducionismo destes problemas para uma simples exercitação.

As pequenas pesquisas se caracterizam por trabalhos em que os alunos devem obter respostas para um problema por meio de um trabalho prático. De forma simplificada constitui um trabalho científico onde os alunos devem “[...] formular hipóteses, esboçar uma estratégia de trabalho e refletir sobre os resultados obtidos. Implicam uma aprendizagem de habilidades e estratégias, assim como de conceitos, adotando também algumas das características dos outros dois tipos de problemas.” (POZO, 1998, p. 82). Como exemplo deste tipo de problema,

Um grupo de alunos recebe quatro blocos de madeira de tamanho e forma semelhantes, mas de densidades diferentes, um recipiente com água, uma balança de mola, uma régua e uma folha de atividades. Pede-se a eles que coloquem os blocos na água e que, entre outras, respondam às seguintes perguntas: Todos os blocos são da mesma forma? Em que se diferenciam? Há alguma constante entre as diferenças? (POZO, 1998, p. 83).

A utilização desse tipo de problema traz para o ensino de ciências a relação entre os conceitos teóricos e sua aplicação prática e a transferência dos conceitos escolares para as situações cotidianas, além do aspecto motivador.

A mescla da proposição dos problemas qualitativos, quantitativos e pequenas pesquisas, aliada à experimentação e acompanhada pelo planejamento do professor é significativa para a aprendizagem dos conceitos científicos. Nesta perspectiva, o professor assume novas e outras demandas: impulsionar o questionamento reconstrutivo, privilegiando a argumentação e a interpretação da situação proposta, desafiando seus alunos na ampliação de seus conhecimentos prévios, confrontando-os à luz da teoria.

4.4 SITUAÇÕES PROBLEMATIZADORAS COMO PROPULSORAS DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS: APROXIMAÇÕES, POSSIBILIDADES E CONTRAPONTO PARA A EXPERIMENTAÇÃO CONTEXTUALIZADA E INTERDISCIPLINAR.

As situações problematizadoras são assumidas aqui como propulsoras das atividades investigativas, no sentido de que essas situações carregam em si um problema aberto relacionado com a vivência do aluno e provido de significados.

As aproximações percebidas com a proposta de experimentação contextualizada e interdisciplinar evidenciada no livro DC, se referem ao contexto de problematizações envolvendo o estudo dos alimentos, e neste “borbulhar” de questionamentos e proposições experimentais é que emergem conteúdos conceituais presentes nas áreas da Química e da Biologia.

A problematização é pensada aqui a partir do que Capecchi (2013, p. 25) defende no artigo: *Problematização no ensino de Ciências*, “[...] como um processo de transformação, de construção de um novo olhar sobre aquilo que, aparentemente, já nos é familiar, e não como acesso a algo que já vem pronto”.

E neste sentido é necessário fomentar contextos que favoreçam a exploração de situações problematizadoras, numa perspectiva científica criando “[...] condições favoráveis ao envolvimento dos estudantes no questionamento daquilo que parece natural e corriqueiro em sua vivência diária” (CAPECCHI, 2013, p. 24). Na proposta de um problema experimental, a atividade de investigação será desenvolvida em etapas: inicia com a proposição do problema experimental por parte do professor, que será resolvido pelos grupos de alunos. Após é solicitada a apresentação das estratégias para a resolução, promovendo momentos propícios para elaboração de explicações e favorecendo as teorias pessoais. Nesta fase o professor intervém, mediando os conhecimentos prévios dos alunos com aqueles creditados pela ciência (CAPECCHI, 2013).

As possibilidades assinaladas a partir deste direcionamento da investigação para com a proposta de experimentação contextualizada e interdisciplinar evidenciada no livro DC estão situadas na dinâmica das etapas, principalmente na promoção da participação ativa do aluno, tanto na execução quanto na comunicação dos resultados e posterior discussão, mediada pelo professor. No desenvolvimento de uma atividade investigativa alguns aspectos são imprescindíveis, conforme apontado por Carvalho *et al.* (1998, p. 28-9) “[...] a autonomia do aluno; a cooperação entre os alunos; o papel do erro na construção do conhecimento; a avaliação e a interação professor-aluno.”

A abertura para esta perspectiva que assinala uma proposta às avessas de um trabalho tradicional é indispensável. O aluno precisa exercer funções antes não exploradas, a autonomia deve ser construída num processo que vem desde os primeiros momentos iniciados na escola, avançando no decorrer da vida escolar, levando-o a aprender a aprender (saber pensar, desenvolver a tomada de decisão, propor sua trajetória de estudo), e isto confere uma nova relação entre professor e aluno em sala de aula, que perpassa a criação de regras de convivência que promovam o diálogo e a discussão das ações estabelecidas entre pares.

O diálogo reconstrutivo entre alunos é algo que precisa ser promovido, no sentido de favorecer interações aluno – aluno e não somente professor - aluno. É preciso privilegiar a “[...] comunicação, reflexão e argumentação entre os alunos – fatores importantes para o desenvolvimento da racionalidade e dos conteúdos metodológicos e atitudinais” (CARVALHO *et al.* 1998, p. 31). O enfrentamento de ideias contrárias às suas é necessário para a construção social de um novo

conhecimento. Geralmente o exercício proposto na escola é a aceitação das ideias advindas do professor, desconsiderando o compartilhamento de posições diferentes. O exercício da descentralização do professor-aluno imprime “[...] a tomada da consciência de uma variedade de hipóteses diferentes sobre o fenômeno discutido. [...] os alunos são ainda estimulados por desafios a suas ideias, reconhecendo a necessidade de reorganizá-las e reconceituá-las” (CARVALHO *et al.* 1998, p. 31).

Os contrapontos declarados aqui sobre a proposta do livro DC para com as atividades investigativas referem-se às situações problematizadoras que em sua maioria são abertas, evidenciando um percurso para a experimentação pautado no estudo dos alimentos. Este contexto amplo e complexo possibilita o “desabrochar” de conceitos que são compartilhados e discutidos nas áreas da Química e da Biologia.

Entretanto, os problemas experimentais, mostrados por Capecchi (2013, p. 26), se constituem pontuais e conceituais, como: “[...] determinar a posição de onde uma bolinha deve ser abandonada em uma rampa para que caia dentro de uma cestinha.” No livro DC os problemas experimentais foram elaborados considerando os conteúdos conceituais das áreas da Química e da Biologia no transcorrer da proposta enunciada pelo e para o contexto dos alimentos. Por exemplo: na intenção de explorar a composição química e a ação biológica dos alimentos, propõe-se experimentos que na sua execução evidenciam conceitos científicos das duas áreas (estrutura química do lipídio, as propriedades das biomoléculas, a fisiologia das proteínas, entre outras), que serão explorados pelos respectivos professores e que vislumbrarão os entendimentos desta problemática.

A proposta experimental do livro DC promove aproximações, possibilidades e contrapontos com as ideias que fundamentam as atividades por investigação, sendo de fundamental importância evidenciá-las na sua aplicação no contexto da escola, buscando discuti-las no propósito de qualificá-las com vista à aprendizagem.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E INTERLOCUÇÕES TEÓRICAS DA PESQUISA

5.1 ESTUDO DE CASO COMO ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A palavra pesquisa deriva do latim do verbo *perquiro* que significava “procurar, buscar com cuidado; procurar por toda parte; informar-se; inquirir; perguntar; indagar bem, aprofundar na busca” (BAGNO, 2012, p. 17). Observando os verbos que designam o significado de pesquisa, estes denotam o aprofundamento e a seriedade que se deve ter no ato de pesquisar, pois é por meio dela que se pretende obter conhecimento específico e estruturado sobre um assunto determinado (BAGNO, 2012).

A pesquisa constitui-se da construção de um novo conhecimento através de técnicas, da criação ou da exploração de novas realidades. Demo (1995, p. 22) afirma que “a atividade básica da ciência é a pesquisa”. Para Gil (2011, p. 8) “a ciência tem como objetivo fundamental chegar à veracidade dos fatos”. E para isto é necessário “[...] determinar o método que possibilitou chegar a esse conhecimento”.

É neste sentido, que se desenha o caminho percorrido para a realização desta pesquisa, que utilizou como estratégia de investigação o Estudo de Caso (EC). O EC como estratégia de pesquisa é abordado por autores, como Yin (2015), André (2008), Lüdke; André (1986), entre outros. Geralmente a definição é que um “[...] caso pode ser algo bem definido ou concreto, como um indivíduo, um grupo ou uma organização, mas também [...] como, decisões, programas, processos de implementação ou mudanças organizacionais” (MEIRINHOS; OSÓRIO, 2010, p. 51).

Yin (2015, p. 4) afirma que “o estudo de caso permite que os investigadores foquem um caso e retenham uma perspectiva holística e de mundo real”. Ventura (2007, p. 384), apresenta que o EC compreende a “[...] investigação de um caso específico, bem delimitado, contextualizado em tempo e lugar para que se possa realizar uma busca circunstanciada de informações”.

A partir de pressupostos teóricos de Lüdke; André (1986), o interesse do EC se reflete em algo singular e único, enfatizando a interpretação do contexto, revelando a multiplicidade de dimensões presentes numa determinada situação, evidenciando a inter-relação dos seus componentes e utilizando uma variabilidade

de fontes de dados, coletados em diferentes momentos e situações. Yin (2015, p. 4) ressalta que o EC é relevante quando as questões da pesquisa pretenderem “[...] explicar alguma circunstância presente (por exemplo, “como” ou “por que” algum fenômeno social funciona)”.

Gil (2002, p. 54) explicita os diferentes propósitos para a utilização do EC:

- a) explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos;
- b) preservar o caráter unitário do objeto estudado;
- c) descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação;
- d) formular hipóteses ou desenvolver teorias; e
- e) explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos.

André (2008, p. 31) sintetiza as ideias de vários autores, apresentando que o EC em educação deve ser usado quando:

[...] (1) há interesse em conhecer uma instância em particular (2) pretende-se compreender profundamente essa instância particular em sua complexidade e totalidade; e (3) busca-se retratar o dinamismo de uma situação numa forma muito próxima do seu acontecer natural.

Neste contexto, algo a considerar é o papel do investigador no EC, pois este indica a relação sujeito/objeto na investigação. Neste sentido, a observação torna-se importante, principalmente considerando o nível de relação entre o investigador e o objeto de investigação. Deste modo, admite-se “[...] a existência de um papel mais construtivo do sujeito e, conseqüentemente, a existência de uma realidade subjetiva” (MEIRINHOS; OSÓRIO, 2010, p. 60).

Assim, um ponto central desta problemática, apontado por Rodrigues *et al.* (1999, *apud* Meirinhos; Osório, 2014, p. 60) é a questão da observação, que pode ser não participante e participante; “ a observação participante é um método interativo de recolha de informação que requer uma implicação do investigador nos acontecimentos e fenômenos que está a observar”.

Yin (2015) apresenta que a observação participante proporciona algumas oportunidades incomuns para a coleta de dados do EC, mas também desafios. Desta forma, o investigador não é meramente um observador passivo, mas pode captar “[...] a realidade do ponto de vista de alguém “interno” a um EC, não de alguém externo a ele” (YIN, 2015, p. 121).

Contudo, pode-se argumentar nesta situação a questão da interferência do investigador na coleta dos dados. Conforme Fragoso (2004, *apud* Meirinhos; Osório, 2014, p. 61) esta

[...] implicação apresenta também vantagens, tais como uma maior aproximação à realidade dos dados, uma melhor compreensão das motivações das pessoas e uma maior facilidade na interpretação das variáveis do contexto de estudo. Sendo a questão complexa parece importante, antes de mais, ser necessário analisar a interferência eventualmente produzida e incluí-la na investigação, mais do que negligenciá-la ou considerá-la nula.

Outro ponto a destacar é a diversidade de formas de coleta de dados, que depende da natureza do caso e a possibilidade de cruzamento da ótica do estudo e de análise. Os instrumentos de coleta de dados mais utilizados são: “[...] diário, questionário, as fontes documentais, a entrevista individual e de grupos e outros registros que as modernas tecnologias de informação e comunicação nos permitem obter” (MEIRINHOS; OSÓRIO, 2014, p. 62).

A partir destes pressupostos teóricos que explicitam o EC como estratégia de pesquisa, considera-se que a presente investigação se enquadra num EC, sendo o objeto de pesquisa o livro DC, como o caso a ser pesquisado no contexto escolar.

5.2 O QUE É QUANTITATIVO E QUALITATIVO NA PESQUISA

Assim, optou-se por trabalhar no desenvolvimento desta pesquisa com duas abordagens: quantitativa e qualitativa. A abordagem quantitativa se refere ao emprego da quantificação dos dados coletados com alunos e professores. Envolve as questões fechadas que explicitam os valores que exprimem “o que” e “quantos”, e pretendem descrever a incidência ou a prevalência de um fenômeno.

Entretanto, a abordagem qualitativa da pesquisa, sendo mais explicativa, visa à interpretação e análise das falas dos alunos e professores. Fernandes; Gomes (2003, p. 19) afirmam que a perspectiva qualitativa “[...] requer envolvimento do pesquisador com as pessoas, eventos e ambiente como parte do processo”, e “[...] usa contextos de uma situação natural como dados primários, e lida com descrições detalhadas dos contextos das ações ou eventos”.

É importante salientar que o EC permite estudar o objeto (caso) no seu contexto real, utilizando abordagens qualitativas e quantitativas, enquadrando uma

lógica de construção de conhecimento, incorporando a subjetividade do investigador. E neste viés de implicações, Yin (2015, p. 20) ressalta que “[...] o uso de uma mistura de evidências quantitativas e qualitativas, justamente com a necessidade de definir um “caso”, são apenas duas das formas nas quais a pesquisa de estudo de caso vai além de um tipo de pesquisa qualitativa”.

Assim, o que se propõe aqui é a utilização de métodos mistos (quantitativos e qualitativos) que em determinados casos, aponta aspectos positivos. Para Queiroz (1999 *apud* SILVA; SIMON, 2005) o conhecimento qualitativo esboça os contornos externos e internos da coletividade investigada, enquanto a abordagem quantitativa desvela a quantidade e a intensidade em que o fenômeno ocorre. A junção das duas abordagens permite um aprofundamento do objeto de estudo.

Creswell; Clark (2013, p. 24) apresentam que os problemas de pesquisa mais adequados aos métodos mistos “[...] são aqueles em que uma fonte de dados pode ser insuficiente, os resultados precisam ser explicados, os achados exploratórios precisam ser generalizados, um segundo método é necessário para melhorar um método primário [...]”.

Ainda os mesmos autores ressaltam que “[...] os dados qualitativos proporcionam um entendimento detalhado de um problema, [...]. Esse entendimento qualitativo surge do estudo de alguns indivíduos e da exploração de suas perspectivas em grande profundidade” (CRESWELL; CLARK, 2013, p. 25). Enquanto que os dados quantitativos proporcionam um entendimento mais geral, utiliza-se um número maior de pessoas. Porém as limitações de um método podem ser compensadas pelas potencialidades do outro método proporcionando entendimentos mais completos, se analisados isoladamente CRESWELL; CLARK (2013).

Para Silva; Simon (2005, p. 13), “[...] só se faz pesquisa de natureza quantitativa quando se conhece as qualidades e se tem controle do que se vai pesquisar [...] a pesquisa de natureza qualitativa deve ser empregada para iluminar e gerar informações empíricas da realidade”. Acredita-se que a utilização de dados qualitativos e quantitativos na mesma investigação permite olhar para estas metodologias como complementares e não como opostas ou rivais (Meirinhos; Osório, 2014).

5.3 SUJEITOS DA PESQUISA

Os sujeitos desta pesquisa são alunos de Ensino Fundamental (9º ano) e Médio de escolas particulares e públicas, além dos professores das disciplinas de Química e Biologia do Ensino Médio, de escolas públicas, pois são imprescindíveis para o processo de ensino e aprendizagem.

Os alunos são participantes no sentido real da dinâmica da aula, que por sua vez, está inteiramente relacionada com o envolvimento dos mesmos. Desta forma, o olhar reflexivo do pesquisador frente às suas impressões, que podem ser através da oralidade ou registros, é significativo no entendimento desta problemática.

Por hipótese, os professores são agentes do processo de ensino e aprendizagem, por serem articuladores da dinâmica da aula, elaborando, investigando, promovendo espaços de diálogos e de saberes; conhecer suas concepções de ciência, de ensino e aprendizagem, de experimentação, suas inquietações e desafios são imprescindíveis na interpretação deste objeto de estudo.

5.4 INTERLOCUÇÕES TEÓRICAS

Esta pesquisa teve como interlocutores vários teóricos, pesquisadores que fundamentaram as visões, os diálogos, as compreensões, a dinâmica da leitura e da escrita. Na análise do livro DC, a classificação dos trabalhos práticos apresentada por Caamaño (2011) foi fundamental para a explicitação das categorias, considerando os objetivos das experimentações propostas, possibilitando elucidar uma trajetória de elaboração e constituição da obra, pensada para o contexto escolar.

Em seguida, na realização do levantamento bibliográfico da temática abordada, ressaltaram-se conceitos fundamentais para o entendimento do objeto de pesquisa. Os temas experimentação, interdisciplinaridade, contextualização e aprendizagem num contexto das atividades investigativas contemplam as situações problematizadoras e relacionam-se diretamente com a proposta apresentada no livro DC.

Os autores que fundamentaram historicamente a experimentação, explicitando aspectos importantes para a consolidação da ciência química através da apresentação da trajetória da experimentação na construção desta ciência, entre

outros, foram: SICCA (1996), ALFONSO-GOLDFARB (2001), BELTRAN (2006), NASCIMENTO (2006), PORTO (2006), ZATERKA (2006) e COSTA (2006).

As discussões proporcionadas quanto ao papel da experimentação no ensino e as implicações relacionadas ao uso das mesmas no contexto escolar tiveram como interlocutores: HODSON (1994), GIORDAN (1999), GONÇALVES; GALIAZZI (2004), CAAMAÑO (1992, 2005, 2010), ROSITO (2000), SILVA, MACHADO, TUNES (2010) entre outros.

No que se refere aos diálogos teóricos sobre interdisciplinaridade e contextualização, os autores que provocaram reflexões sobre esse assunto foram: THIESEN (2008), FURLANETTO (2004), ZUCOLOTTO *et al.* (2004), WARTHA *et al.*, (2013), ZANON (2008) e LUTFI (1988, 1992).

No sentido de se pensar as situações problematizadoras como propulsoras de atividades investigativas foram estudados autores como SILVA; NÚÑEZ (2002), CAAMAÑO (2005), CARVALHO *et al.* (1998), CARVALHO (2013), CAPECCHI (2013), POZO (1998), GONÇALVES *et al.*, (2007), STUART (2014), KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA (2015) entre outros, que proporcionaram os entendimentos dessas abordagens no contexto das experimentações no ensino com vistas à aprendizagem dos alunos.

5.5 CONTEXTO DE COLETA DE DADOS COM OS ALUNOS

Na perspectiva de enfatizar a interpretação do contexto em que foi aplicada a proposta do livro DC, com vistas à multiplicidade de dimensões presentes nessa situação, os contextos foram diversificados intencionalmente, objetivando a análise do livro DC.

A coleta de dados aconteceu partindo das seguintes realidades: contexto A – formado por um grupo multisseria (10 alunos de 1º e 2º anos do EM, de uma escola particular na cidade de Rio do Sul - SC). Este grupo reunia-se semanalmente no contra turno para estudar assuntos relacionados à Química e passíveis de experimentação em laboratório. A seleção dos experimentos foi realizada pelos alunos, a partir de seus interesses, elencados no capítulo 10 (Composição química e ação biológica dos alimentos), especificamente o estudo dos lipídios e da vitamina C.

No contexto B participaram 61 alunos do Ensino Fundamental (9º ano) e 52 alunos do Ensino Médio de duas escolas particulares, ambas em Rio do Sul – SC. Estes realizaram diversos experimentos do livro DC nas aulas curriculares de Ciências, Química e Biologia. Os experimentos foram propostos pelo professor, com a finalidade de desenvolver os conteúdos conceituais da área da Química e da Biologia.

O contexto C foi formado por 124 alunos do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio de uma escola pública, localizada em Araquari. Estes estudantes realizaram especificamente experimentos do capítulo 10 (Composição química e ação biológica dos alimentos) do livro DC, nas aulas curriculares de Biologia, na intenção de viabilizar a discussão e a apropriação dos conceitos inerentes à Biologia, relacionados com a composição dos seres vivos.

5.6 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS COM OS ALUNOS: QUESTIONÁRIO E RELATÓRIO

Os instrumentos utilizados para coletar os dados com os alunos foram questionários estruturados, com perguntas fechadas e abertas, respondidos após a realização dos experimentos para os contextos: A, B e C, além da elaboração do relatório que seguiu a metodologia proposta e adaptada do artigo *Química Geral Experimental: uma nova abordagem didática* (LUZ JUNIOR *et al.*, 2004) para os contextos A e B.

O questionário é definido por Gil (2011, p. 121) “como uma técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimento, crenças, [...]”.

As vantagens da utilização de questionários estão relacionadas por Gray (2012, p. 275) em:

[...] eles têm baixo custo em termos de tempo e dinheiro. [...] há um influxo de dados rápido, de muitas pessoas. Os respondentes podem completar o questionário em um momento e lugar que lhes seja conveniente, [...] o anonimato dos respondentes pode ser garantido [...].

Entretanto, Gil (2011, p. 122) apresenta algumas limitações do uso do questionário, e entre estas destaca que:

[...] impede o auxílio ao informante quando este não entende corretamente as instruções ou perguntas; não oferece a garantia de que a maioria das pessoas devolvam-no devidamente preenchido, o que pode implicar a significativa a diminuição da representatividade da amostra; proporciona resultados bastante críticos em relação à objetividade, pois os itens podem ter significado diferente para cada sujeito pesquisado.

O que se sabe é que os questionários são ferramentas de coleta de dados, utilizados por várias metodologias de pesquisa, “por meio das quais as pessoas devem responder ao mesmo conjunto de perguntas em uma ordem predeterminada” (GRAY, 2012, p. 274).

Quanto ao relatório das atividades experimentais, este se constitui de uma forma de apresentação do que foi desenvolvido no laboratório. É através do relatório que os alunos podem descrever, explicar e concluir o que efetivamente entenderam e quais as relações possíveis entre os dados coletados e os conceitos científicos abordados nas aulas teóricas.

A elaboração de um relatório não é algo fácil, pois envolve a coleta de dados e sua análise, além de demandar habilidade que deve ser aprendida com a prática. Assim sendo, se defende que a elaboração dos relatórios no Ensino Médio deve ser inicialmente realizada em sala de aula, pois o professor poderá resolver todas as dúvidas sobre o que, por que e como elaborar um relatório.

Nesta perspectiva optou-se pela metodologia apresentada e adaptada de LUZ JUNIOR *et al.*, (2004), que resumidamente segue a seguinte sequência, conforme Quadro 8:

QUADRO 8 – Modelo de relatório

- **TÍTULO:** Frase sucinta que indica o principal objetivo da experiência.
- **RESUMO:** Texto de no máximo cinco linhas, descrevendo tudo o que foi feito, inclusive os resultados alcançados.
- **INTRODUÇÃO:** Descrição de toda teoria necessária ao entendimento da prática e da discussão dos resultados. Particularmente no caso de Química Analítica, a introdução deve conter a teoria do método analítico, das fontes e efeitos dos erros, descrição da amostra. Deve ser uma síntese própria dos vários livros consultados. Evite rodeios. O objetivo do trabalho deve aparecer no último parágrafo da introdução, podendo ficar separado desta para maior destaque.
- **PARTE EXPERIMENTAL:** Descrever o procedimento experimental, ressaltando os principais materiais e equipamentos utilizados. Preferencialmente dividir em dois subitens: **MATERIAIS E REAGENTE**, e **PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL**.
- **RESULTADOS:** Consiste na apresentação de todos os dados colhidos em laboratório ou dos calculados decorrentes dos dados. Devem ser apresentados na forma de tabelas, gráficos, etc, de modo a comunicar melhor a mensagem.
- **DISCUSSÃO:** Discutir os dados obtidos à luz da teoria exposta e comparar com os dados da literatura. Analisar as fontes de erros, a exatidão e precisão da análise e, sempre que possível, comparar com a literatura ou com informações sobre a amostra. A discussão é a parte do relatório

que exige maior maturidade do aluno. Obs.: Estes dois itens podem ser agrupados em um único item: RESULTADOS E DISCUSSÃO.

- CONCLUSÃO: Síntese pessoal sobre as conclusões alcançadas com o seu trabalho. Enumere os resultados mais significativos do trabalho. Não deve apresentar nenhuma conclusão que não seja fruto da discussão.

- REFERÊNCIAS: Livros e artigos usados para escrever o relatório. Devem ser indicados cada vez que forem utilizados.

Fonte: LUZ JUNIOR *et al.*, 2004, p. 167.

5.7 OFICINA COM PROFESSORES: DISCUSSÃO DA PROPOSTA DO LIVRO DC

Com o intuito de perceber e discutir a validação do objeto de pesquisa em diferentes contextos escolares foi realizado uma oficina para professores das áreas de Biologia e Química, objetivando apresentar a proposta do livro DC. Os professores participantes das oficinas eram oriundos de lugares diferentes do Brasil, alguns em formação inicial e outros ativos em sala de aula.

A oficina foi realizada em eventos das áreas da Biologia e da Química, e basicamente seguiu-se da apresentação e discussão sobre a experimentação no ensino de ciências, enfatizando as contribuições da interdisciplinaridade e a contextualização. Após foram realizados os experimentos do capítulo 11.

A metodologia de investigação se desenvolveu a partir de uma abordagem quantitativa, tendo como instrumento de coleta de dados um questionário estruturado com 10 afirmativas, relacionadas ao grau de concordância e discordância das mesmas, pelos professores. Ainda, no mesmo questionário proporcionou-se uma abordagem qualitativa por meio uma questão aberta.

A intenção de coletar os dados empregando métodos mistos (quantitativos e qualitativos) pretende que os resultados desta investigação possam se combinar ou fundir-se em algum momento, constituindo-se algo positivo, no sentido de explorar dados que ficariam ofuscados se fossem analisados sob um só olhar.

Silva; Lopes; Junior (2014) discutem em seu artigo *Pesquisa Quantitativa: elementos, paradigmas e definições*, aspectos essenciais da pesquisa quantitativa buscando apresentar alguns aspectos sobre a natureza dos dados e sua exploração inicial, os testes de hipóteses mais usados e os critérios para sua escolha, e então afirmam que

Quando conhecemos as dimensões de um objeto (de conhecimento) e suas características, podemos realizar uma pesquisa de natureza quantitativa, mas para tal realização há a necessidade do pesquisador ter um conhecimento extenso sobre aquilo que ele irá investigar, pois para se construir uma escala de atitude (instrumento fechado: apresenta-se uma frase e pede para os respondentes expressar seu grau de concordância ou discordância) deve-se poder “listar” todas as possibilidades para que o instrumento seja completo e contemple todas as possíveis dimensões do objeto (SILVA; LOPES; JUNIOR, 2017, p. 4).

A opção pelo questionário com perguntas fechadas estruturadas na forma de proposições mede o grau de concordância ou discordância dos respondentes. Conforme Elliot (2012, p. 83), “[...] caracteriza-se pelo uso de frases que refletem uma atitude sobre o tema de interesse”. As respostas possíveis pertencem a um *continuum* que varia de “concordo inteiramente” a “discordo inteiramente”.

A aplicação deste questionário com professores participantes dos eventos teve a intenção de perceber e compreender a concepção deles quanto à importância da experimentação no ensino e à proposta da experimentação contextualizada e interdisciplinar apresentada, realizada e discutida por eles durante a oficina.

Os dados coletados das questões fechadas no questionário aplicado com os professores e alunos foram analisados quantitativamente considerando um tratamento matemático em percentuais, considerando o grau de concordância e discordância das proposições apresentadas.

5.8 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS COM OS PROFESSORES: ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS

Nesta pesquisa também foram realizadas entrevistas semiestruturadas com três professoras que utilizaram experimentos do livro DC em suas aulas curriculares, na intenção de entender se a dinâmica da experimentação foi ou não efetivada na sala de aula e quais as implicações no contexto escolar.

As questões elaboradas para as entrevistas semiestruturadas totalizam 20, sendo que 10 questões enfatizam a experimentação no ensino e as outras 10 têm um enfoque na aplicação da proposta evidenciada no livro DC. O conteúdo destas questões está explicitado no quadro 15.

As professoras entrevistadas foram identificadas como Alice, Fabiana e Regina. A professora de Biologia (Fabiana) participou da oficina no ano de 2012 e

utilizou a proposta em uma situação de estudo sobre o tema *Alimentos*, na cidade de Ijuí- RS. A professora de Biologia (Alice), conheceu a proposta do livro DC através da aquisição do mesmo e também pelo fato de estar substituindo o professor titular que havia aplicado experimentos deste mesmo livro em outro momento. Esta professora desenvolveu os experimentos do capítulo 10 da proposta em suas aulas curriculares, com alunos do 1º ano do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio de uma escola pública nos anos de 2014 e 2015. Ainda a professora de Química (Regina), desenvolveu experimentos do capítulo 8 e 10 para a disciplina de Instrumentação para o Laboratório de Química, realizada no Curso de Licenciatura em Química – UFSM – RS.

A entrevista é uma das técnicas de coleta de dados bastante utilizada no âmbito das ciências sociais. Basicamente é uma conversa entre pessoas, onde uma delas tem o papel de pesquisador. “[...] bem conduzida é uma ferramenta poderosa para evocar dados ricos sobre visões, atitudes e sentidos que embasam as vidas e os comportamentos das pessoas” (GRAY, 2012, p. 14).

Gil (2011, p. 110) enumera as vantagens na utilização da entrevista como instrumento de coleta de dados:

A entrevista possibilita a obtenção de dados referentes aos mais diversos aspectos da vida social; a entrevista é uma técnica muito eficiente para a obtenção de dados em profundidade acerca do comportamento humano; os dados obtidos são suscetíveis de classificação e de quantificação. [...] possibilita a obtenção de um maior número de respostas [...]; oferece flexibilidade muito maior, posto que o entrevistador pode esclarecer o significado das perguntas e adaptar-se mais facilmente às pessoas e às circunstâncias em que se desenvolve a entrevista; possibilita captar a expressão corporal do entrevistado, bem como a tonalidade de voz e a ênfase nas respostas.

A entrevista pode oferecer desafios quanto à forma de interação entre o entrevistador e o respondente. Os tipos de entrevista podem adquirir um formato dependente do nível de estruturações das questões (estruturadas, semiestruturadas e não estruturadas). O uso de entrevistas semiestruturadas permite ao pesquisador aprofundar as respostas com mais detalhes, onde o respondente esclarece os aspectos mais duvidosos, de forma a entender melhor sua resposta (GRAY, 2012).

Acredita-se que os dados fornecidos através das entrevistas com as três professoras se constituem em importantes instrumentos para a discussão e a avaliação da proposta do livro DC, visando, posteriormente à análise, propor

alternativas metodológicas para efetivação da experimentação contextualizada e interdisciplinar no Ensino de Química e Biologia em turmas do Ensino Fundamental (9º ano) e Médio.

5.9 ANÁLISE DOS DADOS DAS QUESTÕES ABERTAS E ENTREVISTAS: ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA

Os dados coletados nas perguntas abertas e entrevistas desta pesquisa receberam tratamento qualitativo, por meio da metodologia de análise textual discursiva (ATD) apresentada por Moraes; Galiazzi (2011, p.11) que argumentam que a “[...] a intenção desta abordagem é a compreensão, reconstruir conhecimentos existentes sobre temas investigados”.

A ATD pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem a partir de uma sequência recursiva de três componentes; a desconstrução dos textos do “corpus”, a unitarização; o estabelecimento de relações entre elementos unitários, a categorização; o captar o emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 12).

Resumidamente pode-se elucidar os elementos organizadores da metodologia da ATD. Primeiramente há a *desmontagem dos textos* ou processo de unitarização, onde por meio de um exame detalhado os textos são fragmentados, buscando encontrar as unidades constituintes.

Uma análise rigorosa supõe sempre uma leitura cuidadosa, aprofundada e pormenorizada dos materiais do “corpus”, garantindo-se no mesmo movimento a separação e o isolamento de cada fração significativa. Este trabalho pode ser entendido como levar o sistema ao limite do caos. A partir disso criam-se as condições para a emergência de interpretações criativas e originais, produzidas a partir da capacidade do pesquisador de estabelecer e identificar relações entre as partes e o todo, tendo como base uma intensa impregnação no material de análise (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 22).

A segunda etapa - *estabelecimento de relações* ou categorização - pressupõe que através das relações entre as unidades constituintes procede-se o agrupamento e a classificação, formando assim as categorias.

Categorias constituem conceitos abrangentes que possibilitam compreender os fenômenos que precisam ser construídos pelo pesquisador. Da mesma forma como há muitos sentidos em um texto, sempre é possível construir vários conjuntos de categorias a partir de um mesmo conjunto de informações. Cada conjunto terá possibilidade de mostrar alguns dos sentidos que o “corpus” permite construir. As categorias não são dadas, mas requerem um esforço construtivo intenso e rigoroso de parte do pesquisador até sua explicitação clara e convincente (MORAES; GALIAZZI, 2011, p.29).

Com a terceira etapa - *captando o novo emergente* -, o metatexto que resulta desse processo constitui-se da explicitação e da compreensão do fato.

Esses metatextos, descritivos e interpretativos, mesmo sendo organizados a partir de unidades de significados e das categorias, não se constituem em simples montagens. Resultam de processos intuitivos e auto-organizados. A compreensão emerge, tal como em sistemas complexos, revelando-se muito mais do que uma soma de categorias. Dentro dessa perspectiva, um metatexto, mais do que apresentar categorias construídas na análise, deve constituir-se a partir de algo importante que o pesquisador tem a dizer sobre o fenômeno que investigou, um argumento aglutinador construído a partir da impregnação com o fenômeno e que representa o elemento central da criação do pesquisador. Todo texto necessita ter algo importante a dizer e defender e deveria expressá-lo com o máximo de clareza e rigor (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 40-1).

A última etapa trata-se de *um processo auto-organizado* onde emergem novas compreensões.

Esse processo em seu todo é comparado a uma tempestade de luz. Consiste em criar as condições de formação dessa tempestade em que, emergindo do meio caótico e desordenado, formam-se “flashes” fugazes de raios de luz sobre os fenômenos investigados, que, por meio de um esforço de comunicação intenso, possibilitam expressar novas compreensões alcançadas ao longo da análise (MORAES; GALIAZZI, 2011. p. 12-13).

Assim, por meio da ATD acredita-se no ressurgir da Fênix, tal como Moraes; Galiuzzi (2011) propõem em seus textos no livro *Análise Textual Discursiva*. O processo de desconstrução e reconstrução do próprio sujeito pesquisador constitui-se em uma metamorfose radical, proporcionada pelo caminho e pela análise da pesquisa, com rotas incertas e inseguras em sua própria natureza (MORAES; GALIAZZI, 2011).

O caminho metodológico está posto, mas é ao longo do processo que será construído o pesquisador como autor de suas produções, aberto para a desconstrução e a emergência de um novo sujeito pesquisador. E então, como bem creditado por Moraes; Galiuzzi, (2011, p. 215), “[...] importante se conseguíssemos

transformar nossas salas de aula em surgimento de Fênix [...]”, poder-se-ia parafrasear, transformar experimentação em surgimento de Fênix, espaços em que os alunos fossem constantemente desafiados a questionar seus conhecimentos, num processo de desconstrução e reconstrução (MORAES; GALIAZZI, 2011).

6 PERCEPÇÕES E COMPREENSÕES DOS ALUNOS QUANTO A EXPERIMENTAÇÃO CONTEXTUALIZADA E INTERDISCIPLINAR

6.1 CONTEXTO A: ALUNOS DE UM GRUPO MULTISSERIAL

O grupo multisseriasl era composto por alunos de 1º e 2º anos do Ensino Médio, com afinidade na área da química. No decorrer do ano de 2013, em conversas informais, pensou-se a formação de um grupo. Inicialmente foram apresentados, expositivamente, os experimentos do livro *Dialogando Ciências entre sabores, odores e aromas: contextualizando os alimentos química e biologicamente* e após uma breve observação e leitura dos tópicos do sumário do livro, os alunos decidiram realizar os experimentos do capítulo 10 (Composição química e ação biológica dos alimentos), especificamente o item 10.1, intitulado de *Lipídios*.

A proposta do experimento (Composição química e ação biológica dos alimentos 10.1 – Lipídios) consistia em testar a presença de lipídios nos alimentos esfregando-os no papel. Aqueles que provocassem uma mancha translúcida continham lipídios, conforme figura 24.

FIGURA 25 –Experimento 10.1 – Identificação dos Lipídios

reconhecidas biologicamente e convidadas a cumprir seu papel, mantendo a integridade das estruturas vivas.

Observe os rótulos de alimentos industrializados. Nesses rótulos você poderá encontrar uma tabela de informação nutricional. Geralmente apresenta algumas substâncias que compõem os alimentos e suas quantidades, entre elas: carboidratos, lipídios, proteínas, vitaminas e sais minerais. Neste momento podemos identificar o que seja o alimento e seus nutrientes.

Informação/Información Nutricional		
	por 100g de pó	por 25g de pó
Valor Energético	332 kcal	83 kcal
Proteínas	4,8 g	1,2 g
Carboidratos	84,2 g	21,0 g
Gorduras	2,8 g	0,7 g
Fibra Alimentar	5,0 g	1,2 g

% da ingestão diária recomendada (IDR)		
	por 100g de pó	por 25g de pó
Vitamina A	120%	30%
Vitamina E	120%	30%
Vitamina C	120%	30%
Vitamina B1	120%	30%
Vitamina B2	120%	30%
Vitamina B6	120%	30%
Vitamina PP	120%	30%

Fonte: Tabela nutricional retirada da embalagem original do produto (achocolatado)

10.1 Lipídios

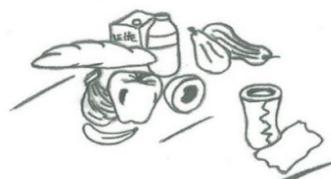
Quantas vezes você já manchou a roupa com algumas gotas de gordura? Pois é, agora poderá realizar um teste com os alimentos observando qual deles mancha o papel, identificando a presença de lipídios.



Experimento 1 – Para tal precisará de algumas amostras de alimentos como: pão, óleo de cozinha, leite, legumes (chuchu, abóbora), frutos

88

(banana, maçã, abacate), batata cozida e arroz cozido. Teste esses alimentos esfregando-os em uma folha de papel fino, deixando-os secar completamente e observe quais mancharam o papel, estes se compõem também de lipídio.



Aprofunde seus conhecimentos...



Lipídios: família de substâncias orgânicas que se dissolvem pouco ou nada em água, mas que o fazem bem em solventes como o benzeno ou clorofórmio. Em temperatura ambiente, os lipídios sólidos costumam ser denominados *gorduras*, enquanto os líquidos são denominados *óleos*. A maioria dos lipídios, embora não todos é formada por ácidos graxos, moléculas que contêm entre 14 e 22 átomos de carbonos. Os ácidos graxos essenciais são aqueles que o organismo não pode produzir, e devem, portanto, ser fornecidos pela dieta, como, por exemplo, o ácido linoleico. Os vertebrados armazenam energia em forma de gorduras, enquanto as plantas, em geral, armazenam energia em forma de óleos, em particular nas sementes e nos frutos. Entre os grupos de lipídios que não contêm ácidos graxos encontramos os esteróides e terpenos. Um exemplo de esteróide é o colesterol que é produzido pelo organismo, mas também pode provir da

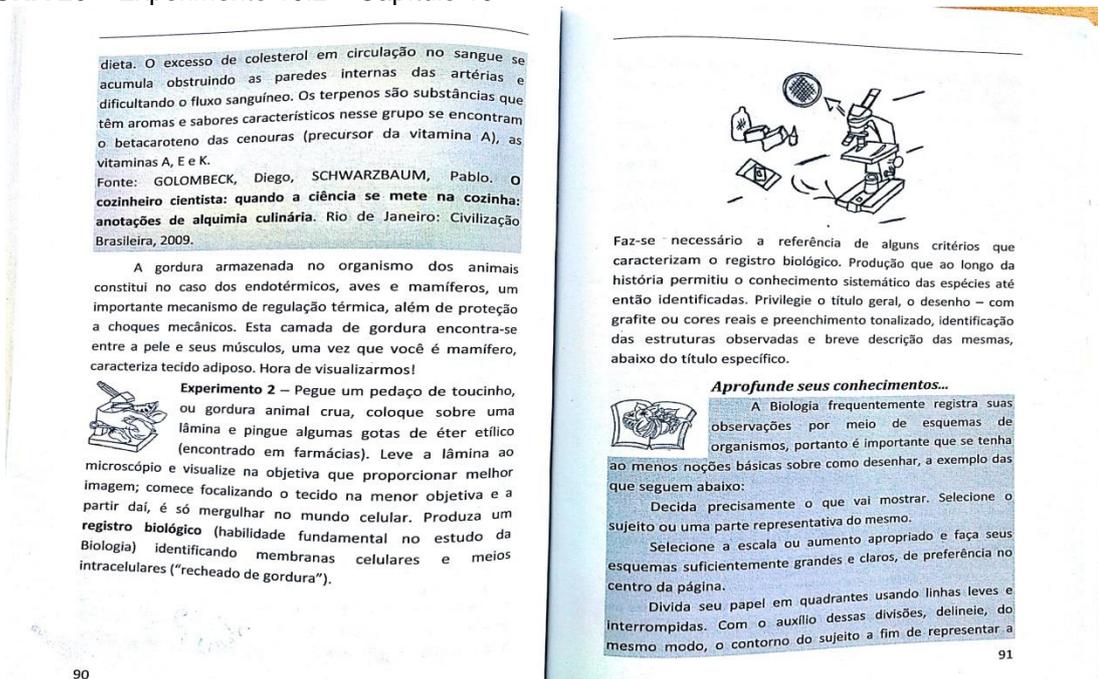
89

Os experimentos foram realizados no laboratório da escola no contraturno, sendo conduzida toda a atividade experimental pelos alunos, desde a leitura dos procedimentos até a execução dos mesmos. Durante a realização dos experimentos foram feitas observações, e a intervenção pela professora se deu por meio de questionamentos que pudessem provocar reflexões e entendimentos.

Após a realização do experimento, os alunos responderam alguns questionamentos referentes ao entendimento e as possíveis explicações para o fato observado, confrontando com os conhecimentos prévios com as leituras e discussão dos textos apresentados no “*Aprofunde seus conhecimentos...*”. Essa seção segue o experimento e discute os conteúdos conceituais com textos de outros autores por meio de abordagens diferenciadas do livro didático.

Na sequência, os alunos realizaram o segundo experimento, o 10.2 (figura 25), que consistia na observação ao microscópio de um pedaço do toucinho, preparado com éter etílico e como resultado a produção do registro biológico.

FIGURA 26 – Experimento 10.2 – Capítulo 10



Fonte: livro DC

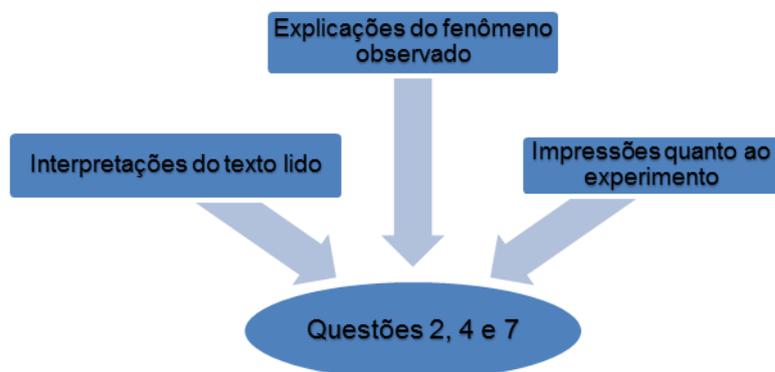
Ao final da realização dos experimentos os alunos receberam um questionário composto por perguntas abertas, com a finalidade de perceber os entendimentos quanto ao conceito de lipídio.

QUADRO 9 – Perguntas do questionário entregue aos alunos, com seus respectivos objetivos.

Questões	Objetivos
Escreva seus entendimentos sobre a realização do experimento. Você teve dificuldade de entender quais materiais deveria utilizar e o procedimento adequado? E após a realização de experimento 1, conseguiu perceber os resultados?	Perceber as dificuldades ou não dos alunos na execução do experimento.
Através dos resultados do experimento 1, o que você pode concluir? Qual a sua explicação para esse resultado?	Saber quais as explicações dos alunos para os resultados do experimento.
Os entendimentos que você tem sobre os lipídios estão relacionados com a biologia ou a química? Eles são suficientes para um entendimento deste experimento? Em sua opinião, o que ainda é necessário?	Conhecer quais ideias os alunos têm sobre a relação das duas áreas do conhecimento na explicação do conceito de lipídio.
Leia o trecho: “ <i>Aprofunde seus conhecimentos...</i> ”, e escreva sua interpretação do texto.	Entender como os alunos se apropriam das leituras do trecho: “ <i>Aprofunde seus conhecimentos...</i> ”
Com a finalidade de compreender os significados dos conceitos científicos apresentados no trecho lido, você considera importante quais áreas do conhecimento? Justifique	Identificar nas respostas dos alunos qual a área do conhecimento relacionada com o conceito de lipídio.
Conforme seu conhecimento relacione os conceitos científicos presentes no “ <i>Aprofunde seus conhecimentos...</i> ” que estão relacionados com a Biologia e com a Química.	Conhecer quais conceitos os alunos identificam com a área da Química e da Biologia.
Escreva sobre suas impressões quanto ao experimento realizado.	Saber as impressões dos alunos quanto ao experimento.

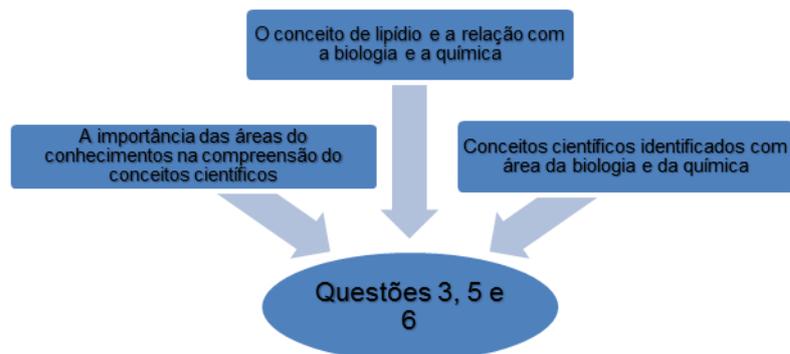
As questões 2, 4 e 7 apresentam objetivos relacionados entre si, pois inicialmente os alunos propõem uma explicação para os resultados do experimento e depois a partir da leitura do trecho “*Aprofunde seus conhecimentos...*” buscam interpretar o texto lido, os possíveis os entendimentos do conceito de lipídio e as suas impressões quanto ao experimento. As análises das respostas destas perguntas originaram três subcategorias: explicações do fenômeno observado, interpretações do texto lido e impressões quanto ao experimento.

FIGURA 27 – Categorias relativas às respostas dos alunos às questões 2, 4 e 7.



As questões 3, 5 e 6 estão relacionadas com a ideia de interdisciplinaridade apresentada pelos alunos e originaram três subcategorias: o conceito de lipídio e a relação com a Biologia e a Química, a importância das áreas de conhecimentos na compreensão dos conceitos científicos e conceitos científicos identificados com área da Biologia e da Química.

FIGURA 28 – Categorias relativas às respostas dos alunos às questões 3, 5 e 6.



6.1.1 Compreensões dos alunos quanto à execução do experimento, dos resultados e a relação com o conceito de lipídios

Os alunos não tiveram nenhuma dificuldade na execução do experimento e também conseguiram visualizar os resultados, identificando os alimentos que continham em sua composição ou preparo a presença do lipídio. A seguir serão apresentadas e discutidas as respostas dos alunos dentro do contexto de cada categoria de análise evidenciada através do questionário aplicado.

6.1.1.1 Explicações do fenómeno observado

Quando questionados sobre a explicação da mancha no papel possibilitada pela presença do lipídio, elaboraram explicações distintas. A primeira delas se relaciona com solubilidade das gorduras: *“que os lipídios mancham as coisas porque são gorduras e não se dissolve com água”* (A1)⁷. Outra ideia apresentada sobre a questão de o papel absorver a gordura, por ser uma característica do lipídio: *“pude concluir que quase todo o alimento tem ao menos um pouco de gordura/lipídio na sua constituição como o papel é absorvente indicou a presença de lipídio (absorveu)”* (A2). *“Podemos concluir que muitos alimentos possuem lipídeos em sua composição, e ao esfregarmos ele no papel pequenas porções permaneceram no papel, manchando-o, foi onde conseguimos concluir a presença dos lipídeos”* (A3).

Outra explicação está relacionada com a quantidade de lipídios, quanto maior a mancha mais lipídio o alimento tem: *“os papéis em que a mancha foi maior e mais visível, apresentem maior quantidade de gordura (lipídios) presentes em sua composição. Por exemplo: o óleo, quando foi colocado no papel manchou e apresentou um tamanho maior (mancha), ou seja, tem mais lipídios em sua composição”* (A4). *“É possível concluir que materiais como a banana, os óleos continham lipídios, pois apresentaram uma mancha perceptível no papel. A explicação para isso seria a quantidade presente de lipídios (gorduras) em cada material”* (A5).

Ainda outra resposta não apresenta uma explicação, somente a constatação da presença do lipídio nos alimentos: *“foi possível observar que vários alimentos de nosso dia a dia também são constituídos de lipídios, e não somente um conjunto de vitaminas (no caso das frutas) ou de carboidratos (no caso da batata cozida)”* (A6).

Percebe-se que as respostas dos alunos apresentam as possíveis explicações e ideias para o fato observado, ou seja, a presença do lipídio a partir da mancha no papel. Alguns aspectos importantes podem ser destacados, e as justificativas utilizadas versam sobre uma ideia já consolidada de que a gordura é insolúvel na água. Mesmo que os alunos não tenham manipulado essas duas substâncias (gordura e água), se apropriaram de um conhecimento discutido nas aulas de química, constituindo um conhecimento científico escolar. Em outra

⁷ Os alunos respondentes do questionário foram identificados por um número, sendo A1 aluno 1, A2 aluno 2, assim sucessivamente.

explicação aparece uma propriedade do papel, que é sua capacidade de absorver. Neste caso as explicações estão relacionadas com os saberes cotidianos: o papel absorve líquidos. Também é possível destacar em duas respostas outro fator, que é a quantidade de lipídios presente no alimento testado. Os alunos utilizaram como explicação do fato somente a constatação de quais alimentos mancham mais o papel.

Capecchi (2013) apresenta que a sala de aula como plano social, contempla duas culturas: a científica e a cotidiana. A sala de aula como um espaço de aprendizagem movimenta as linguagens sociais científica e cotidiana, sendo que cada uma delas apresenta aspectos “[...] dos extratos sociais aos quais pertencem aprender Ciências envolve aprender também a expressar-se em uma nova linguagem social (CAPECCHI, 2013, p. 60). A valorização do momento/espço da sala de aula como oportunidade de fazer emergir as ideias dos alunos, detectar o que eles pensam sobre o fato observado, é importante para que possam de alguma forma treinar, exercitar o uso de uma linguagem que não está no seu cotidiano, e que sofre adequações no contexto escolar, qual seja a linguagem científica escolar (CAPECCHI, 2013).

Observando as explicações apresentadas pelos alunos para o experimento realizado, nota-se que eles procuraram expor as suas ideias utilizando aspectos que são comumente ditos pelos professores sobre os lipídios e o papel (solubilidade, capacidade de absorver). Como as respostas a este fenômeno não estão declaradas no livro DC, os alunos movimentaram as expressões de um conhecimento já instalado em suas memórias, relacionado com essas substâncias. Isto se constitui como algo positivo, no sentido de oferecer possibilidades ao professor, quando este se propõe a explorá-las em sala de aula, favorecendo a reconstrução do conhecimento. Sasseron; Machado (2017) defende a valorização das formas de expressão do aluno para a construção de um conceito, e enfatiza que

Entendida assim a explicação, tão importante quanto ela, são os elementos que possibilitam sua construção. Trata-se, pois, de dar atenção às informações e aos dados, às variáveis e às condições de contorno, às evidências que sustentam o processo dedutivo, pois são eles que atuam como justificativas em prol ou contra a explicação dada (SASSERON; MACHADO, 2017, p. 37).

Neste sentido pode-se afirmar que as explicações apresentadas pelos alunos estão relacionadas com os conhecimentos prévios que possuem e que

possibilitam construir suas ideias a partir de deduções, sustentadas pelas evidências que justificam as mesmas. Moraes; Ramos; Galiazzi (2007, p. 193) apontam que “[...] a maior parte do conhecimento que os alunos disponibilizam na sala de aula provém de seu cotidiano”.

A partir das ideias que os alunos têm sobre o fenômeno estudado podem avançar complexificando seus entendimentos, e isto pode ser possibilitado também por meio da leitura de textos científicos que explicitem o fenômeno considerando a visão da ciência. Desse modo, os alunos puderam realizar a leitura do trecho “*Aprofunde seus conhecimentos...*”, com a finalidade de dialogar, interpretar e produzir sentidos a partir do que leram, e dos autores que se propõem a apresentar novos olhares sobre o fenômeno estudado, no caso, os conhecimentos científicos sobre os lipídios. Conforme Moraes; Ramos; Galiazzi (2007) na interpretação acontece um afastamento daquilo que é observado e uma fundamentação nas compreensões teóricas, resultando na elaboração do enunciado. “Ao interpretar é importante que o aluno consiga superar seus conhecimentos iniciais sobre os fenômenos, dando-se isso pela confrontação com idéias de autores das bibliografias examinadas” (MORAES; RAMOS; GALIAZZI, 2007, p. 203).

6.1.1.2 Interpretações do texto lido

A partir da leitura do trecho “*Aprofunde seus conhecimentos...*”, os alunos deveriam escrever a interpretação do texto. A figura 28 apresenta o texto lido pelos alunos, que basicamente explicita propriedades que caracterizam os lipídios e expressam sua funcionalidade. Como o grupo de alunos é multisseria (1º e 2º anos do Ensino Médio), era esperado que tivessem dúvidas em alguns termos.

QUADRO 10 – Trecho do “*Aprofunde seus conhecimentos...*”, página 89 do livro DC.

Lipídios: família de substâncias orgânicas que se dissolvem pouco ou nada em água, mas que o fazem bem em solventes como o benzeno ou clorofórmio. Em temperatura ambiente, os lipídios sólidos costumam ser denominados *gorduras*, enquanto os líquidos são denominados *óleos*. A maioria dos lipídios, embora não todos é formada por ácidos graxos, moléculas que contêm entre 14 e 22 átomos de carbonos. Os ácidos graxos essenciais são aqueles que o organismo não pode produzir, e devem, portanto, ser fornecidos pela dieta, como, por exemplo, o ácido linoleico. Os vertebrados armazenam energia em forma de gorduras, enquanto as plantas, em geral, armazenam energia em forma de óleos, em particular nas sementes e nos frutos. Entre os grupos de lipídios que não contêm ácidos graxos encontramos os esteróides e terpenos. Um exemplo de esteróide é o colesterol que é produzido pelo organismo, mas também pode provir da dieta. O excesso de colesterol em circulação no sangue se acumula obstruindo as paredes internas das artérias e dificultando o fluxo sanguíneo. Os terpenos são substâncias que têm aromas e sabores característicos nesse grupo se encontram o betacaroteno das cenouras (precursor da vitamina A), as vitaminas A, E e K.

Fonte: GOLOMBECK, Diego, SCHWARZBAUM, Pablo. **O cozinheiro cientista: quando a ciência se mete na cozinha: anotações de alquimia culinária**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2009.

Fonte: Livro DC

As respostas foram classificadas conforme a ênfase das informações contidas no texto, aquilo que chamou a atenção, que privilegiaram apresentar. Em algumas respostas a relação com a saúde foi revelada:

“Que os lipídios além de fazer bem para a saúde, podem prejudicar se ingeridos em excesso, em sua maioria são compostos por moléculas que contêm entre 14 e 22 átomos de carbonos” (A7). “Nem todos os lipídios são formados por apenas ácidos graxos, no organismo o excesso de lipídios pode causar, problemas no coração, por consequência do fluxo sanguíneo que diminui causado pelo entupimento das artérias” (A6).

Outro aspecto evidenciado relaciona-se com as propriedades físicas dos lipídios:

“Os lipídios dividem-se em gorduras (sólido) e óleos (líquido), e não dissolvem na água. O formol e o benzeno conseguem dissolvê-las (provado por experimentação). Todos os seres vivos utilizam algum tipo de lipídio para alguma finalidade, inclusive as plantas e os seres humanos. Alguns lipídios como o colesterol, podem ser ruins em excesso, obstruindo as paredes internas das artérias, dificultando a circulação sanguínea” (A2). “Podemos entender a partir deste texto que os lipídios podem ser gorduras no estado sólido e quando líquido óleo” (A5).

Ainda outras respostas especificaram aspectos da constituição dos lipídios e suas propriedades: “Lipídios são gorduras, a maioria são formados por ácidos graxos, que é ingerido em muitas dietas. São usados para armazenar energia” (A1).

“O lipídio é uma gordura que se dissolve apenas em algumas substâncias. Possuem diferenças quanto aos estados sólido e líquido. Os lipídios são formados por ácidos graxos (contendo entre 14 e 22 átomos de carbono). Podem ser classificados em gorduras (sólidas em temperatura ambiente) e óleos (líquidos em temperatura ambiente), os óleos são insaturados e a gordura saturada. O que muda entre um e outro é as ligações entre os carbonos. Alguns lipídeos são essenciais” (A3). “O texto fala sobre a composição dos lipídeos, formas em que se encontram, dá exemplos claros da presença deles” (A4).

Percebe-se que os alunos conseguiram escrever sobre os conceitos e as informações presentes no texto, e destacaram o que para cada um era importante. Em geral apontaram para aquilo que o lipídio é, em termos científicos. Sedano (2013) discute a importância de Ciência e leitura como um encontro possível, e afirma que a leitura se torna contextualizada desde que considere a problematização e a investigação, em aulas de ciências, “[...] o texto exerce a função de aproximar o aluno dos conceitos científicos” (SEDANO, 2013, p. 78). E a autora ainda ressalta que a compreensão do texto pelo leitor se processa segundo seus conhecimentos prévios (SEDANO, 2013).

Os conhecimentos prévios dos alunos foram importantes na compreensão e na elaboração das respostas. Expressões como: “*gorduras (sólido) e óleos (líquido), e não dissolvem na água, são usados para armazenar energia, lipídios como o colesterol, podem ser ruins em excesso*”, fazem parte das suas vivências, experienciadas e dialogadas no contexto social e principalmente nas aulas de Ciências. Moraes; Ramos; Galiazzi (2007, p. 192) declaram que “[...] a integração dos significados produzidos pela química nos significados cotidianos já anteriormente construídos pelos alunos é, em essência, o que constitui aprender química”.

Outros conhecimentos foram tomados pelos alunos por serem novos para eles, como “*Os lipídios são formados por ácidos graxos (contendo entre 14 e 22 átomos de carbono)*”. Este aspecto evidencia a constituição molecular dos lipídios, o que foi apresentado a eles por meio da leitura. Também a expressão: “*O formol e o benzeno conseguem dissolvê-las (provado por experimentação)*”, exprime uma comprovação. Após lerem o texto, este grupo pediu para que testássemos esta

premissa, observando então que a gordura se dissolve no benzeno. Neste aspecto, a intervenção do professor possibilitando esta comprovação também viabilizou discussões quanto às interações intermoleculares (gordura – benzeno) que possibilitaram a dissolução.

Moraes; Ramos; Galiuzzi (2007, p. 198) explicitam que “[...] as aprendizagens reconstrutivas se concretizam a partir da confrontação de diferentes pensamentos, as leituras envolvendo especialistas nos temas estudados constituem modo importante de aprendizagem em química”.

Sedano (2013) salienta que práticas pedagógicas que privilegiem textos que pretendam a sistematização dos conteúdos desenvolvidos e a retomada de conceitos trabalhados na experimentação possibilitam aos alunos a compreensão das leituras nas aulas de Ciências, conduzindo à enculturação científica. A promoção da enculturação científica pode se dar por meio de atividades desafiadoras, como a experimentação e as questões problematizadoras e as leituras, “[...] tendo os conceitos científicos como base para as aulas e a construção das explicações causais dos fenômenos estudados” (SEDANO, 2013, p. 81). Ainda se ressalta que Moraes; Ramos; Galiuzzi (2007, p. 198) afirmam que “[...] leituras são modos de estabelecer conversas com cientistas sobre os mais diversificados temas, leituras feitas não de forma isolada, mas em combinação estreita como a fala e a escrita”.

6.1.1.3 Impressões quanto ao experimento

Quando os alunos foram questionados sobre suas impressões quanto ao experimento, foi possível evidenciar o movimento dos conhecimentos prévios, cotidianos e científicos proporcionados pela experimentação, pela leitura do texto “*Aprofunde seus conhecimentos...*”, e o contexto dos alimentos.

As evidências de aprendizado e a relação com o cotidiano aparecem nas palavras utilizadas pelos alunos quando escrevem sobre as impressões do experimento realizado, conforme se destaca em negrito: “*Que todos os alimentos contem uma quantidade de lipídios, podendo ser baixa ou alta*” (A7). “*Este experimento teve como finalidade demonstrar com alimentos do nosso cotidiano (pão, óleo, banana, leite) a presença dos lipídios neles, deixando claro o que é, onde*

está e como o percebemos. O pão não apresentou a mancha como o óleo apresentou, concluímos assim que não há presença de lipídios” (A4).

Também se evidencia o confronto das ideias prévias com os resultados observados: *“Ele ajuda a compreender melhor os lipídeos em diversos alimentos que são consumidos diariamente. Fiquei surpresa de saber que o pão integral não possui lipídeos em sua composição” (A3).* E então se considera o que Moraes; Ramos e Galiazzi (2007, p. 192) afirmam sobre o que é aprender química: “[...] conseguir usar as palavras com novos significados, implica não apenas ouvir falar de química, mas envolver-se ativamente na linguagem, seja na fala ou escrita e mesmo nas ações próprias do fazer química”.

Este movimento perceptível nas explicações e na conclusão apresentada:

“O experimento serviu para explicar que não são somente os alimentos “gordurosos” que contém lipídios, mas que sendo testados de diferentes formas podemos constatar. Visivelmente um dos elementos que os forma. (No experimento realizado, **concluímos tal observação**, a partir das manchas no papel)” (A6).

Moraes; Ramos; Galiazzi (2007, p. 196) ressaltam que a dinâmica proporcionada pelo “[...] movimento do pensamento de uma linguagem cotidiana para uma linguagem científica é um dos modos de tornar mais complexos os pensamentos e os conhecimentos”. Isto foi evidenciado nas constatações dos alunos, mostrando as aprendizagens por eles manifestadas, pois “[...] aprender química é reconstruir conhecimentos do cotidiano aproximando-os dos conhecimentos aceitos nesta área” (MORAES; RAMOS; GALIAZZI, 2007, p. 196).

Também é possível constatar a relação com outros fenômenos observados no cotidiano: *“Concluímos que alguns alimentos devido a gordura, ou seja, a quantidade acentuada de lipídios, acabam **manchando nossas roupas**” (A5).* Outro aspecto a considerar é a segurança nas explicações sobre o fato observado: *“É um experimento muito simples e interessante de **fácil compreensão**. O pouco que eu tinha conhecimento sobre lipídios foi o **suficiente para entender** o experimento, o que aconteceu e as questões propostas” (A2).*

6.1.2 Compreensões dos alunos quanto à proposição interdisciplinar do conceito de lipídios

A interdisciplinaridade é uma abordagem assumida epistemologicamente pelos professores. Esta perspectiva pressupõe o aluno como sujeito ativo e participativo, pois exige ações que evidenciem um pensamento relacional com os conceitos de outras áreas e seu contexto, no sentido de perceber o conceito científico aplicado, recheado de significados. A percepção de traços, aspectos e perfis que esclareçam esta proposição interdisciplinar nas falas dos alunos possibilitará entender como a experimentação contextualizada e interdisciplinar é revelada no contexto escolar.

6.1.2.1 O conceito de lipídio e a relação com a Biologia e a Química

Os alunos foram questionados quanto aos entendimentos que possuem sobre os lipídios, se estão relacionados com a biologia ou com a química e se ainda são suficientes para a compreensão dos resultados deste experimento. As respostas dos alunos versaram sobre a dependência e a estreita relação entre a biologia e química no entendimento do conceito de lipídio, mas também evidenciaram a necessidade de estudos e pesquisas para poder explicar o resultado do experimento.

Para Santomé (1998, p. 73) a interdisciplinaridade implica na vontade e no compromisso em “[...] elaborar um contexto mais geral, no qual cada uma das disciplinas em contato são por sua vez modificadas e passam a depender claramente uma das outras”. Isto foi perceptível nas respostas da maioria dos alunos, pois identificam a biologia e a química como dependentes e correlacionadas: *“Meus conhecimentos estão relacionados tanto com a química quanto com a biologia, são suficientes para entender o experimento, seria necessário aprofundar a questão do porque mancha o papel” (A7).*

A importância da explicação antes da realização do experimento constituiu-se de outro aspecto considerado pelos alunos:

“Estão relacionadas com as duas matérias, uma depende da outra para a explicação de alguns conteúdos. Sim, são suficientes, porém, a explicação antecedente ao experimento ajuda a lembrar assuntos já estudados. Por enquanto o andamento dos experimentos é de fácil compreensão” (A3).

A constatação de que o conhecimento disciplinar é importante e que reforça a aprendizagem do conceito científico também é algo a considerar na seguinte fala: *“Estão relacionados com as duas, porém já estudei sobre os lipídeos na biologia, facilitando meu entendimento. Como já estudei sobre os lipídeos não julgo necessário estudar mais. Mas gostaria de lembrar o conteúdo”* (A6).

Outro ponto de vista está vinculado à necessidade da pesquisa para o entendimento do conteúdo: *“Com química e biologia, pois uma matéria não depende da outra. Acho que para entender o experimento sim, mas para o entendimento mais aprofundado eu precisaria de pesquisa”* (A2). Outra questão apresentada é a necessidade de observação dos resultados de mais experimentos: *“Este assunto está relacionado com ambas as disciplinas. Não são suficientes, observar resultados de outros experimentos seria muito importante para o maior entendimento e fixação de aprendizado. Ainda é necessário ir mais a fundo nos experimentos”* (A4).

Em outra resposta fica evidente que o conhecimento disciplinar é relevante, especificamente nesse caso o conhecimento químico, pois a química estuda as estruturas das moléculas e explica a insolubilidade dos lipídios em água: *“A química, pois é a estrutura molecular que forma as suas características, por não dissolver na água”* (A1). Nesta resposta evidencia-se também outro aspecto: a identificação da área de conhecimento que explica o conceito de lipídio e a necessidade de ampliá-lo por meio da pesquisa, *“É mais voltado para a área da química em alimentos, porém acreditamos não ser suficientes, necessitando assim de maior pesquisa sobre o mesmo”* (A5).

Na observação das respostas dos alunos percebeu-se que a presença da biologia está posta, enquanto a mencionam como importante e suficiente para a compreensão do conceito de lipídio. Ao mesmo tempo, a química também se posiciona como área do conhecimento que auxilia na compreensão do lipídio como molécula que reage e se transforma no organismo humano. Pode-se considerar que este olhar permite uma visão global deste conceito, mas ainda exprime a

necessidade de pesquisa, demonstrando a exigência de leituras e estudos para a melhor compreensão.

6.1.2.2 A importância das áreas dos conhecimentos na compreensão dos conceitos científicos

Ainda os alunos foram questionados sobre a compreensão dos conceitos científicos presentes no trecho “*Aprofunde seus conhecimentos...*”, e quais áreas do conhecimento eles consideravam importantes nestes entendimentos. A maioria dos alunos afirma que a química e a biologia são as áreas do conhecimento que auxiliam na compreensão do conceito de lipídio.

Santomé (1998) discorre sobre vários aspectos importantes sobre o ensino e projetos curriculares interdisciplinares, destacando o poder estruturador da abordagem interdisciplinar, pois “[...] os conceitos, contextos teóricos, procedimentos, etc., enfrentados pelos alunos encontram-se organizados em torno de unidades mais globais, [...]”. Ainda enfatiza que os alunos estariam “[...] mais capacitados para enfrentar problemas que transcendem os limites de uma disciplina concreta [...]” (SANTOMÉ, 1998, p. 73-4).

É possível perceber nas respostas dos alunos o objeto de estudo de cada uma das áreas, destacadas em negrito:

“Química e biologia, pois na química “estuda” os lipídios como moléculas e na biologia estuda os lipídios e como agem no nosso organismo” (A7).
“Principalmente biologia e química, pois essas áreas trabalha muito com moléculas e reações assim entendendo a estrutura dos lipídios” (A1).
“Biologia e química, pois envolve as duas matérias, e não é possível ter um bom entendimento sem usar as duas matérias. Ex: sua constituição tem a ver com a química, já sua utilização (lipídios) tem a ver com a biologia” (A2).
“Biologia, química, pois são áreas do conhecimento onde se tem maior aplicação destes termos, como nos estudos e pesquisas” (A4). “Química principalmente e biologia, pois estes compostos estão tanto no nosso corpo quanto nos alimentos que ingerimos” (A5).

Outras respostas consideraram todas as áreas do conhecimento importantes para o desenvolvimento do pensamento: “Língua portuguesa, biologia e química são as principais. Língua portuguesa, pois temos que ler; biologia explica algumas coisas; a química mostra como ele surgiu, suas moléculas (A3).

“Todas as matérias são necessárias para o desenvolvimento do pensamento e das ideias, mas é necessário ter um certo domínio nas áreas químicas e biológicas até mesmo o auxílio de um texto explicativo, pois aplicará no melhor entendimento do que está sendo realizado” (A6).

Santomé (1998) afirma que projetos curriculares com enfoque nos conteúdos culturais mais inter-relacionados ou integrados permitem responder questões pontuais, como: *Por que estudamos isto?* Para este autor, a interdisciplinaridade proporcionaria aos alunos o enfrentamento de conteúdos culturais relevantes, no sentido de que estes estão presentes na sua vivência e geralmente produzem questões conflituosas. Um trabalho curricular integrado tem condições de responder o que normalmente nos limites de uma única disciplina não poderia ser respondido.

O pensamento interdisciplinar contribui para a “criação de hábitos intelectuais que obriguem a levar em consideração as intervenções humanas de todas as perspectivas e pontos de vista possíveis, [...] enquanto que o estudo disciplinar “ergue barreiras mentais, para que também se pense de maneira prosaica” (SANTOMÉ, 1998, p. 122).

6.1.2.3 Conceitos científicos identificados com as áreas da Biologia e da Química

Os alunos foram questionados sobre quais conceitos científicos estariam presentes no “*Aprofunde seus conhecimentos...*”, e com que disciplinas se relacionam. Por meio das respostas foi possível constatar os conceitos científicos identificados pelos alunos em químicos e biológicos.

As palavras e termos destacados pelos alunos exprimem a linguagem utilizada nas disciplinas de Química e Biologia. Nas respostas dos alunos A3 e A6 não há a identificação as áreas, mas é possível identificar a sequência das ideias científicas:

“A formação dos ácidos graxos, através das cadeias de carbono. A dissolução dos lipídeos em certos solventes. E como cada um age no nosso organismo” (A3). Em temperaturas ambiente, os lipídios sólidos são denominados gorduras, enquanto os líquidos são denominados óleos. Os ácidos graxos essenciais são os que o organismo não pode produzir. As diferentes formas de armazenamento dessa energia quando relacionados à vertebrados e as plantas. Os efeitos que os lipídios fazem no nosso organismo (A6).

Os alunos A7 e A2 identificaram palavras com as áreas da Química e da Biologia, como pode ser visto: “Átomos de carbono, esteroides (química) ácidos graxos, biologia, colesterol (biologia e química)” (A7). “Ácidos graxos – biologia, átomos de carbono – química, vertebrados – biologia, esteroides – química, colesterol – química e biologia” (A2).

Os alunos A4 e A5 utilizaram a explicação para a sua escolha:

“Lipídeos: família de substâncias orgânicas que se dissolvem pouco ou nada em água (trata-se de um conceito biológico, pois em nosso corpo há presença de lipídios e uma questão química como por ex. sua formação e polaridade). Ácidos graxos: o corpo não produz; colesterol bom e ruim” (A4). “Esteroides estão relacionados com a biologia, pois são produzidos pelo organismo. Já os aromas e sabores estão relacionados com a química” (A5).

O aluno A1 não destaca um termo ou definição, mas compreende que as áreas de Química e Biologia estão envolvidas nesta aprendizagem: “*Tudo que aprendemos neste experimento está relacionado com a química e a biologia. Em algumas partes mais com a química outra parte mais com a biologia*” (A1).

Enfim, nas respostas dos alunos é possível destacar alguns aspectos, como o fato de que o estudo dos lipídios pertence às duas áreas. Os limites estão explicitados nos termos/palavras próprias da linguagem científica de cada área de conhecimento e também nas apropriações dos alunos, considerando os conhecimentos disciplinares abordados em sala de aula.

A abordagem interdisciplinar dos lipídios suscitou perspectivas importantes no contexto escolar, pois as falas dos alunos estavam recheadas de palavras e termos científicos que emergiram a partir das leituras e das memórias das aulas de Biologia e Química. Os alunos apresentam dificuldades para explicar os fenômenos, possivelmente por que não são desafiados para a argumentação dos fatos e geralmente reproduzem e memorizam definições dos livros didáticos e das questões resolvidas pelos professores em sala de aula. Constata-se que na escola muito pouco é exigido, e ainda há uma valorização dos pensamentos, ideias e teorias dos alunos na dinâmica da sala de aula.

Thiesen (2008) observa que a sala de aula promove relações que influenciam o processo de construção e organização do conhecimento, emergindo assim, o contexto de trabalho. E neste contexto a abordagem interdisciplinar “aproxima o sujeito de sua realidade mais ampla, auxilia os aprendizes na

compreensão das complexas redes conceituais, possibilita maior significado e sentido aos conteúdos da aprendizagem, permitindo uma formação mais consistente e responsável” (THIESEN, 2008, p. 551).

A escrita deve acompanhar o pensamento em movimento sobre os temas trabalhados, explorando os potenciais da que proporciona como modo de pensar. Nesse sentido, escreve-se sempre para reescrever, para conseguir expressar pensamentos cada vez mais complexos e claros.

Por meio da análise das respostas dos alunos no contexto A é possível constatar que as concepções prévias foram evidenciadas nas escritas e busca por parte dos mesmos pela explicação do que seja lipídio, apresentando ideias da química e da biologia, mostrando que a experimentação possibilita o “movimento” reconstrutivo do conhecimento.

6.2 CONTEXTO B: ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL (9º ANO) E MÉDIO

O contexto B foi composto por alunos do Ensino Fundamental (9º ano) e Médio, que realizaram experimentos do livro DC em aulas curriculares de Química, Biologia e Ciências (9º ano) em duas escolas particulares, na cidade de Rio do Sul/SC, em vários momentos durante os anos de 2012 e 2013. Os experimentos realizados foram escolhidos pelas professoras a partir dos conteúdos conceituais abordados em seus planos de ensino. No 9º ano foram realizados experimentos do capítulo 8 – *Ingredientes (propriedades) dos materiais*. No Ensino Médio foram realizados experimentos do capítulo 9 – *Preparando alimentos: sistema material*, capítulo 10 – *Composição química e ação biológica dos alimentos*, capítulo 10 – *Selecionando os alimentos*, capítulo 11 – *Cardápio e energia*. Após a realização dos experimentos, os alunos foram convidados a responder um questionário estruturado com dez perguntas abertas. O quadro 10 apresenta as questões e os respectivos objetivos.

QUADRO 11 – Perguntas do questionário entregue aos alunos, com seus respectivos objetivos.

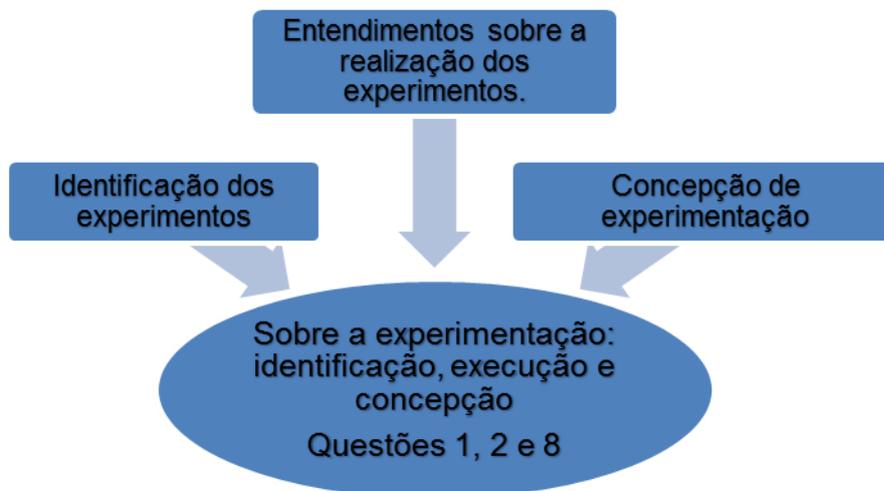
Perguntas	Objetivos
Você já realizou algum experimento do livro DC? Caso afirmativo, qual(is) experimento(s) realizou?	Identificar quais os experimentos realizados.
Escreva seus entendimentos sobre a realização destes experimentos. Você teve dificuldade de entender quais materiais deveria utilizar e o	Conhecer as dificuldades e os entendimentos dos alunos quanto a

procedimento adequado? E após a realização do experimento conseguiu perceber os resultados?	execução dos experimentos.
Os experimentos apresentados nos capítulos 8, 9, 10, 11 e 12 foram elaborados numa perspectiva interdisciplinar. Você conseguiu perceber isso? Como?	Saber se os alunos conseguem perceber a perspectiva interdisciplinar da proposta do livro DC.
Através da realização dos experimentos, você conseguiu perceber mais claramente o contexto proposto? Justifique.	Saber se os alunos conseguem perceber o contexto da proposta do livro DC.
Em sua opinião, os questionamentos que aparecem no transcorrer dos experimentos, favorecem a discussão dos conceitos químicos e biológicos envolvidos? Explique.	Conhecer quais as concepções dos alunos quanto aos questionamentos propostos nos experimentos.
Considerando os experimentos realizados, identifique os conceitos químicos e biológicos apresentados.	Saber se os alunos conseguem identificar os conceitos como biológicos ou químicos.
A inserção do “Aprofunde seus conhecimentos...” após cada experimento é interessante, instigante e reflexivo? Por quê?	Compreender as concepções dos alunos quando as leituras do “Aprofunde seus conhecimentos...”.
Em sua opinião, a realização de experimentos é algo importante, imprescindível ou desnecessário para o aprendizado? Justifique.	Compreender as concepções dos alunos quanto à realização dos experimentos.
A proposta experimental do livro tem como concepção a interdisciplinaridade (Química e Biologia) e a contextualização (alimentos). Em sua opinião, isto é importante, imprescindível ou desnecessário? Justifique.	Compreender as concepções dos alunos quanto à proposta experimental do livro DC.
Quais são suas impressões sobre o livro como um todo?	Conhecer as impressões dos alunos quanto o livro DC.

O questionário proposto originou a *priori* quatro categorias, sendo elas: sobre a experimentação, com a identificação, execução e concepção; sobre a perspectiva interdisciplinar dos experimentos; sobre a importância dos questionamentos e da leitura e sobre a proposta experimental do livro DC. As categorias emergiram a partir do enunciado das questões.

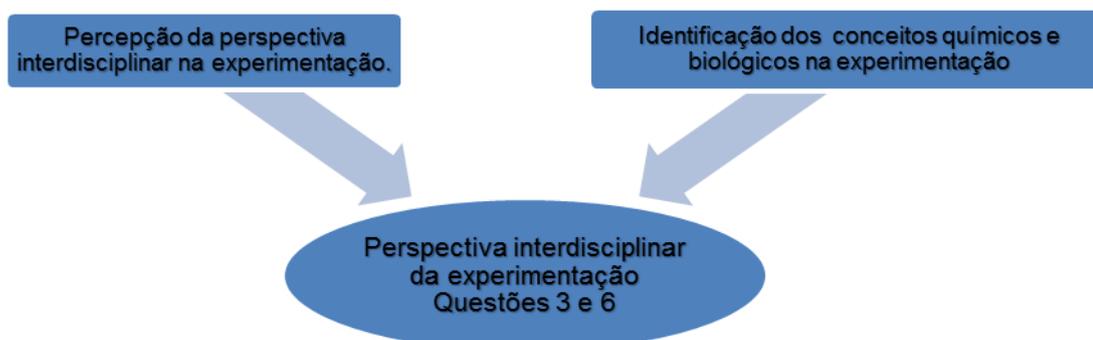
As questões 1, 2 e 8 apresentam objetivos relacionados entre si, pois pretendem identificar quais experimentos foram realizados, os entendimentos quanto à execução dos mesmos e a concepção de experimentação que os alunos têm, possibilitando uma discussão que abrange a categoria *sobre a experimentação: identificação, execução e concepção*.

FIGURA 29 – Categorias - Sobre a experimentação: identificação, execução e concepção.



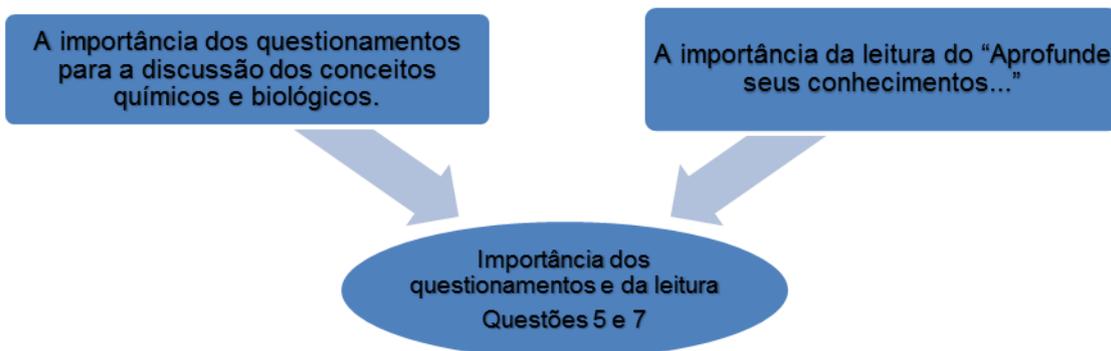
As questões 3 e 6 abordam a perspectiva interdisciplinar da experimentação, pois objetivam saber se os alunos conseguem perceber esta abordagem nos experimentos e a identificação dos conceitos químicos e biológicos presentes, dando origem a esta categoria.

FIGURA 30 – Categorias da Perspectiva interdisciplinar da experimentação



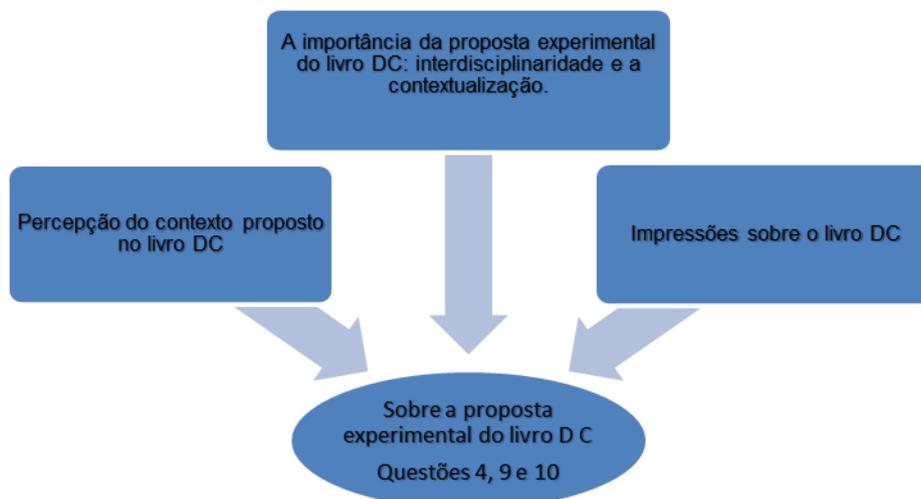
Ademais, as questões 5 e 7 tratam da importância dos questionamentos propostos nos experimentos e das possibilidades de discussão que oportunizam a sua execução, buscando ainda a compreensão das concepções dos alunos quando às leituras do “*Aprofunde seus conhecimentos...*”.

FIGURA 31 – Categorias sobre Importância dos questionamentos e da leitura



As questões 4, 9 e 10 ocupam-se em entender as concepções dos alunos quanto à proposta experimental do livro DC, identificando o contexto, a experimentação contextualizada e interdisciplinar e suas impressões a partir da realização dos experimentos.

FIGURA 32 – Categorias sobre a proposta experimental do livro DC



6.2.1. Sobre a experimentação: identificação, execução e concepção

Os alunos realizaram vários experimentos do livro DC com a finalidade de desenvolver os conteúdos conceituais das disciplinas de Química, Biologia e Ciências (9º ano). Os conteúdos conceituais que foram trabalhados nos experimentos dos capítulos 8, 9, 10 e 12 foram: estados físicos da matéria,

propriedades organolépticas, propriedades físicas e químicas dos materiais (ponto de fusão e ebulição, densidade, solubilidade, oxidação), mistura e separação de misturas, composição química e ação biológica dos alimentos (lipídios, proteínas, carboidratos, vitaminas, sais minerais) e digestão sistêmica e celular. Na sequência estão apresentadas as respostas dos alunos para a questão 1.

- Realizei a do leite, lipídios, ácidos (A1)
- Experimentos envolvendo o leite, os lipídios e das proteínas. (A3)
- Substâncias e misturas (p, 77), dispersões e soluções, coloides e suspensão (p.80), lipídios (p. 88), carboidratos (p.95), proteínas (p. 101), vitaminas (p. 109) e leite: primeira mistura que nos alimenta. (A4)
- Em sala realizamos o experimento de verificação de iodo nos alimentos encontrado no livro, capítulo 12 na página 167. (A5)
- Em ambos, em química realizamos o que é o experimento com o iodo, testando-o com alimentos encontrado no livro, no capítulo 12 na página 167. E em biologia fora realizado o experimento no capítulo 9. (A6)
- Eu e meu grupo realizamos o experimento do teste de amido nos alimentos. (A7)
- Meu grupo e eu realizamos o experimento do teste de amido nos alimentos. (A8)
- Realizei alguns experimentos de química, foi o experimento 5 do capítulo 8.2 que fala dos materiais com a água e o óleo, e o outro foi o experimento 5 do capítulo 10.2, que era do amido nos alimentos. (A9)
- Dos capítulos: propriedades organolépticas; caracterizado os alimentos físico e quimicamente; composição química e ação biológica dos alimentos; cardápios e energia; o ato de comer... digestão celular e sistêmica. (A10)
- Experimento para verificar se os alimentos possuem gordura, visualização da gordura ao microscópio, teste da insaturação da gordura e teste para verificar se um alimento possui proteínas. (A13)
- Os experimentos 8.2 – experimento 3, p. 58-9, exp. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 p. 60-75, 10.3, exp. 9, p. 111 -113, 12 – experimento 1, 2, 3, 4, 5, 6 p. 167 -174. (A14)
- Realizei os experimentos do capítulo 8 e 12 inteiros, tirando os demais que fizemos em aula dos outros capítulos. (A15)
- Realizamos em sala os experimentos do cap. 8 e 12. (A16)
- Quantidade de vitamina C, leite com vinagre, copo de água com uma gota de óleo mais detergente, comprimido efervescente, meia de cano longo e mais uma bolinha e mapa dos sabores na língua. (A17)
- Reação de leveduras, experimento de solubilidade usando açúcar, sal, talco, isopor, sulfato de cobre e enxofre. (A18)
- Realizei o experimento 6 da página 63. (A19)
- O experimento 3, capítulo 8.2 caracterizando os alimentos física e quimicamente. (A20)
- Realizei o experimento 9 da página 69 sobre a transformação do estado líquido para o gasoso chamado de ebulição (A21).
- Já realizei em grupo o experimento do capítulo 8, ingredientes (propriedades) dos materiais. Neste experimento, de número 10, aprofundamos nossos conhecimentos em fenôis que reagem com o oxigênio existente no ar (A22).
- Realizei o experimento 6, construí um densímetro (A23).
- Já realizei experimentos do livro alguns deles foram os da página 53, até a página 73 (A24).
- Já realizei o experimento nº7, mas também participei dos outros experimentos anteriores (1, 2, 3, 4, 5, 6 a partir da página 53)(A25).

Realizei seis experimentos que se encontram no capítulo 10 e que se referem ao leite (experimento 12 ao experimento 18 e seus questionamentos) (A26).

Realizei os experimentos 1 a 9 do capítulo 8, experimento 2 da página 80; experimento 2 da página 146; experimento 5 da página 162 (A27).

A proposta do livro DC objetiva ser um material didático com uma linguagem dinâmica acessível para alunos e professores. As respostas evidenciaram que os alunos conseguiram realizar os experimentos que foram propostos e os termos utilizados por eles demonstram que a linguagem utilizada não ofereceu empecilho para a realização dos mesmos. Quanto aos materiais, os alunos relatam que são de fácil acesso e manuseio, o que é positivo. Caamaño (2005) aponta diferentes funções que justificam a realização de experimentos, e alguns desses objetivos são evidentes nas respostas apresentadas pelos alunos.

1. Aportar evidencia experimental en el aprendizaje de los conceptos (función ilustrativa de los conceptos). 2. Interpretar fenómenos y experiencias a partir de modelos conceptuales (función interpretativa de las experiencias). 3. Aprender el uso del instrumental y de las técnicas básicas de laboratorio químico (función de aprendizaje de métodos y técnicas de laboratorio). 4. Desarrollar métodos para resolver preguntas teóricas em relación a la construcción de los modelos (función investigativa relacionada con la resolución de problemas teóricos y construcción de modelos). 5. Desarrollar y aplicar métodos para resolver cuestiones de tipo práctico contextualizadas en ámbitos de la química cotidiana y de la química aplicada (función investigativa relacionada con la resolución de problemas prácticos) (CAAMAÑO, 2005, p. 10).

A partir do trecho transcrito observam-se cinco funções possibilitadas por meio da experimentação: função ilustrativa dos conceitos, função interpretativa das experiências, função de aprendizagem de métodos e técnicas de laboratório, função investigativa relacionada com a resolução problemas teóricos e construção de modelos e função investigativa relacionada com a resolução de problemas práticos. No intuito de interpretar os dados enunciados pelos alunos, utilizar-se-á aqui a fundamentação teórica a partir de Caamaño (2005), buscando elucidar aproximações e diálogos possíveis com as diferentes funções dos experimentos em sala de aula.

Quanto às realizações dos experimentos, os alunos relataram que não tiveram dificuldades na execução ou na percepção dos resultados. Alguns destacaram a facilidade de manuseio: “*Não tive dificuldade alguma, são instruções*

de **fácil**⁸ entendimento. *Obtive bons resultados (todos perceptíveis)*” (A25). “O procedimento e os motivos da utilização dos materiais dos experimentos testados foram **facilmente compreendidos**, bem como seus resultados foram bastante perceptíveis” (A27). “Sim, muito **claro e direto com explicações**, materiais e resultados” (A16). “Os experimentos **foram fáceis de entender** desde os materiais que deveria utilizar até o procedimento e também os resultados” (A17). “Não, pois o livro relata bem como é o procedimento e quais materiais necessários, tornando -se de **fácil compreensão**, e as vezes que realizei os experimentos, e em todos obtive o resultado aguardado, percebendo-os” (A6). “Os experimentos são **fáceis e práticos de se fazer**. Ao final obtínhamos o resultado correto” (A3).

Nas respostas dos alunos A3, A16, A17, A25 e A27, um dos objetivos para a realização dos experimentos apontados por Caamaño (2005) é perceptível: “a função interpretativa das experiências”, quando os alunos declaram que obtiveram resultados e que estes foram perceptíveis. A percepção dos resultados é importante na interpretação do fenômeno, “[...] a interpretação dos dados baseia-se amplamente em enxergar padrões ou relações entre coisas que possam ser observadas. [...] a busca de padrões é ser capaz de descrever o que se vê” (WARD *et. al.* 2010, p. 49). É possível relacionar a função ilustrativa dos conceitos nas mesmas falas, pois a evidência dos resultados denota a comprovação do mesmo e consequentemente a visibilidade daquilo que se espera, ou seja, a comprovação das hipóteses.

Em outras respostas prevaleceu a palavra “simples” na execução dos experimentos e obtenção dos resultados: “*Não tive nenhuma dificuldade no experimento, pois o mesmo era muito **simples**. Percebi os resultados facilmente*” (A7). “*Na minha opinião, não teve nenhuma dificuldade no experimento, pois ele era muito **simples**. Achamos os resultados facilmente*” (A8). “*Os materiais descritos e o procedimento são fáceis de entender, são escritos numa forma **simples**, sempre conseguindo perceber os resultados dos experimentos*” (A14). “*Não, os experimentos são **simples**, assim como os materiais usados. E consegui notar diferença na maioria dos experimentos*” (A24). “*Tudo muito **simples** de entender, pois era algo simples explicando algo complexo*” (A12).

⁸ Os termos em negritos foram destacados pela autora para elucidar as semelhanças nas respostas dos alunos, buscando as relações possíveis.

As respostas do A7, A8, A12, A14 e A24 destacam a palavra **simples**, que expressam o entendimento de algo possível de ser feito. Os alunos se sentiram capazes de realizar estes experimentos, e este sentimento gera confiança. Além disso, observa-se que um experimento simples, que não exige equipamentos sofisticados não diminui seu potencial de aprendizagem. Espinoza (2010) discute que quando se propõe um experimento espetacular, o olhar do aluno se concentra muito mais no espetáculo do que na reflexão do que aconteceu, e o professor assume a responsabilidade em explicar o fenômeno, desencorajando-o de uma possível explicação. “A proposta reforça representações disseminadas na sociedade em que teoria e experiência estão dissociadas e a ciência é vista como um conhecimento distante de construir para a maioria das pessoas” (ESPINOZA, 2010, p. 85-6).

Outro aspecto evidenciado nas respostas foi a ocorrência dos materiais, que segundo os alunos, podem ser encontrados em suas casas. “*Foi tranquilo entender os procedimentos que deveriam ser feitos, e a **maioria dos materiais utilizados nos experimentos eu já tinha em casa**, os resultados foram bem claros*” (A9). “*Não houve nenhuma dificuldade de entender quais materiais teriam de ser utilizados. O procedimento é bem **contextualizado**, e depois de feito os experimentos, eu consigo perceber os resultados*” (A10). “*Não tive dificuldades, pois são **materiais do dia a dia**, e após a realização ficou mais perceptível como tal material e/ou experimento age*” (A13). Nestas respostas observa-se que os alunos consideram os materiais de fácil manuseio, pois são itens presentes no seu dia a dia. Este aspecto é significativo, considerando que a aquisição de materiais é um fator que pode ser impeditivo para realização do experimento. Ainda, salienta-se que os materiais não oferecem risco aos alunos que os manipulam, favorecendo a execução dos experimentos com segurança.

A resposta de A26 destaca as leituras proporcionadas após a realização dos experimentos: “*Não, os materiais utilizados são bem **fáceis de encontrar**, qualquer um tem em casa, facilitando a realização dos experimentos. Os procedimentos são muito bem explicados, fáceis de entender. Uma coisa que **achei muito interessante é que elas trazem curiosidades (Aprofunde seus conhecimentos...)**, acho que faz muita diferença e faz com que a percepção e o entendimento dos resultados sejam melhores*” (A26).

Alguns alunos evidenciam os resultados que alcançaram e os entendimentos que tiveram por meio dos experimentos: *“Não tive dificuldades em entender, e como o experimento deveria prosseguir. Consegui perceber como o iodo reage ao entrar em contato com os alimentos, mostrando se há ou não amido no alimento”* (A5). *“Foi fácil de perceber os materiais. Consegui sim ver o resultado aconteceu a transformação do estado líquido para o gasoso”* (A21). *“É possível entender que a presença de enzimas, formam pigmentos marrons nas frutas. Não houveram dificuldades, pois além de precisar de materiais simples, entende-se facilmente o resultado”* (A22). Ward *et al* (2010, p. 36) atenta para o fato de que após os dados serem coletados no experimento e os alunos procurarem os padrões para a elaboração da conclusão, a explicação do que foi descoberto “[...] permite que encontrem sentido em suas descobertas e que usem seu vocabulário científico crescente para otimizar a aprendizagem geral”.

Também alguns alunos tiveram dificuldades na execução e nos entendimentos do experimento: *“A **única dúvida que tive** foi no terceiro experimento citado em relação às quantidades de óleo e iodo a serem utilizados. No restante tudo estava facilmente compreensível e os resultados estavam bem visíveis”* (A11). *“**Um pouco confuso** em relação aos materiais, mas entendi bem, e observei com facilidade os resultados”* (A20).

Enfim, pode-se evidenciar aqui outra função além das descritas anteriormente: a função de aprendizagem de métodos e técnicas de laboratório. A destreza no manuseio de materiais e procedimentos é importante, pois desenvolve atitude ativa do aluno, o saber fazer. Há uma distinção clara entre o professor executar o experimento e o aluno realiza-lo por si mesmo; este simples ato é fundamental para o seu protagonismo. O aluno se sente parte do processo, executando atividades de observação, elaboração de hipóteses, interpretação e avaliação dos resultados. Na maioria das respostas houve a manifestação de que os experimentos realizados foram de fácil entendimento, evidenciando tanto os procedimentos quanto a visualização dos resultados, além do fato de que os materiais utilizados são conhecidos.

Admite-se que os roteiros já estavam estabelecidos e os alunos deveriam segui-los. Isto por si só sugere atitude menos ativa dos alunos no sentido da criação de roteiros e da elaboração de perguntas, constituindo-se uma limitação do livro DC. Espinoza (2010, p. 88) reitera que nesses casos “[...] o aluno atua ‘às cegas’, e na

melhor das hipóteses, consegue se acomodar, ler e ouvir as orientações ou perguntas do professor, ou seja, se adapta”. O autor ainda explicita que “a utilização de um roteiro de trabalho, que tende a organizar a proposta e diminuir a incerteza do aluno, ao mesmo tempo limita sua autonomia, pois não deixa muito espaço para criar outros procedimentos e formular outras perguntas” (ESPINOZA, 2010, p. 88).

Em outra pergunta os alunos foram questionados sobre a realização dos experimentos e se os consideravam importantes, imprescindíveis ou desnecessários para o aprendizado. Na maioria das respostas os alunos consideraram importante a realização de experimentos, justificando seu posicionamento na crença de que a relação teoria e prática auxilia no aprendizado. Pretende-se nos diálogos teóricos encontrar a concepção de experimentação que os alunos acreditam e defendem.

Algumas respostas demonstraram a concepção da experimentação relacionando teoria e prática:

“Muito importante, com ela compreendemos melhor, **primeiro a teoria e depois a prática**” (A3). “Importante. Fazemos na prática o que diz a teoria dos livros” (A4). “É importantíssimo, além **de ver acontecer é onde coloca em prática suas teorias** e é mais fácil compreender” (A6). “É importante, pois com o experimento é possível **comprovar a teoria** fazendo-nos entendê-la melhor” (A17). “Importante, pois ao falar é fácil, mas **ver e comprovar o que falamos** é muito melhor” (A20). “Importante, pois é prática. Pode-se ter uma noção do que acontece e deduzir resultados” (A16).

No relato dos alunos é possível perceber a importância dada à relação teoria e prática. Existe a compreensão de que aquilo que aprendem em sala de aula que é teórico pode ser ratificado por meio da experimentação. Tendo em vista que fatores como a observação, a manipulação e a interação com os colegas na busca de uma explicação são aspectos vivenciados na experimentação, estes se constituem de evidências de que os alunos estão entendendo melhor os conteúdos.

Moraes, Ramos; Galiazzi (2007) atentam para o papel da linguagem na experimentação, superando a ideia de que a realização do experimento pode por si só ensinar. Faz-se necessário o exercício do pensar, buscando que os alunos expressem seus pensamentos. Neste sentido, outra concepção que aparece nas respostas versa sobre a relação estreita entre experimentação e aprendizado: “Importante, pois com os experimentos **colocamos em prática aquilo que aprendemos**” (A7). “Extremamente importante. Em minha opinião, somente sendo incentivado e somente **realizando** o mesmo, **teremos um entendimento mais**

claro” (A22). “Muito importante. **Praticando é quando aprendemos**” (A23). “Importante, pois é algo importante, e isso ajuda a **prestar mais atenção, e assim melhor para aprender**” (A24). “Importante, pois cada um **aprende com o modo de fazer aprende bem mais fácil**” (A21). “Os experimentos são imprescindíveis, pois assim **entendemos com mais facilidade** os assuntos propostos” (A19). As respostas A7, A19, A21, A22 e A24 declaram a importância de aprender por meio da interação com os fenômenos, entendido como prática, saber fazer.

[...] o envolvimento da linguagem na experimentação em química, além de focalizar conceitos, procedimentos e valores em reconstrução pelos alunos, envolve o desenvolvimento de um conjunto de habilidades, tais como formular hipóteses, classificar, observar, descrever, interpretar e argumentar. Essas habilidades envolvem exercícios de pensamento, jogos na linguagem, envolvendo conceitos e teorias da química. Dentre elas destacamos especialmente o descrever e o interpretar (MORAES; RAMOS; GALIAZZI, 2007, p. 203).

Os alunos relacionam a tríade experimentação, diversão e aprendizado: “É importante, pois esses experimentos são uma forma divertida de aprender, é uma forma dos alunos interagirem com as matérias” (A9). “É importante já que assim não se fica somente na teoria, sendo que com experimentos você muitas vezes compreende melhor o assunto e é divertido” (A14). Vaz e Soares (2008, p. 326) afirmam que quando os alunos têm a “[...] oportunidade de visualizar e atuar em um experimento, o resultado da aprendizagem terá certamente um novo significado para ele, pois aquele conjunto de ideias e conclusões despertado pelos experimentos obterá um alcance mais vivo neste aluno, [...]”.

A resposta de A1 aponta para comprovação de hipóteses: “É algo importante, pois só com ele poderemos **criar conclusões e confirmar as hipóteses** apresentadas” (A1). A elaboração de hipótese é uma habilidade processual, e Ward et. al. (2010, p. 36) apontam que a previsão é uma habilidade importante para se aprender ciência e que ela “[...] depende da experiência prévia com o foco do estudo. Quando uma previsão é relacionada a uma explicação, não importa o quão simples seja, chamamos isso de hipótese”.

Na resposta de A27 aparece a concepção de experimentação, relacionando o interesse e a formação de um cidadão preparado para as diversas áreas: “A experimentação não é só importante para a visualização de conceitos explicados com certas dificuldades em livros, mas também, para **despertar o interesse** dos alunos pelos conteúdos estudados. O ensino exclusivamente teórico é possível, mas

o ensino para alunos altamente interessados é muito mais proveitoso, tanto para os professores quanto para os próprios alunos e também para o mercado de trabalho, sendo possível gerar pessoas muito mais **capazes em diversas áreas que venham a trabalhar**” (A27).

6.2.2 Perspectiva interdisciplinar dos experimentos

As questões 3 e 6 versavam sobre a perspectiva interdisciplinar dos experimentos, e através delas foi possível perceber que a maioria dos alunos observa a presença da Química e da Biologia na abordagem e nos experimentos realizados. Na resposta do A6 a palavra que exprime essa relação é exigir, no sentido de pedir, solicitar; para este aluno os conhecimentos químicos e biológicos eram reivindicados na compreensão do fenômeno experimentado, sendo impossível explicá-lo por meio de uma só área do conhecimento: “*Sim, estes experimentos **exigiram** conhecimentos biológicos além de químicos*” (A6).

Já nas respostas dos alunos A7 e A8 a perspectiva é diferente, e o termo explicitado é utilizar, relacionado com aplicar, aproveitar; nessas falas os alunos entenderam que as duas áreas de conhecimento foram proveitosas na explicação dos experimentos, e para um deles isto é muito bom: “*Sim pois os experimentos poderiam ser/e foram **utilizados** tanto na química quanto na biologia*” (A7). “*Sim, pois os experimentos são **utilizados** na química e na biologia, e isso é muito bom*” (A8). Na resposta A11, o aluno sente necessidade dos conhecimentos das duas áreas na busca dos entendimentos, tornou-se algo imprescindível: “*Sim, pois pude perceber a **necessidade** de conhecimentos sobre química e biologia para entender algumas coisas*” (A11).

Nas respostas dos alunos A2, A5 e A9 o termo envolver exprime a relação entre as duas áreas, como se elas estivessem dispostas em volta do fenômeno experimentado: “O livro informa bem com procedimentos e realizar os experimentos pois, todos de certa forma **envolvem** a química e a biologia” (A5). “Pois em todos os experimentos **envolvem** de certa forma um pouco de biologia e química mesmo sendo apenas da área da química ou vice-versa” (A2). “Sim, pois todos esses experimentos **envolvem** a química e a biologia” (A9).

Nas respostas de A10, A13 e A26, os alunos exemplificaram o que consideram interdisciplinar em termos de conteúdos: “Sim, principalmente o capítulo 12, na qual fala e mostra sobre a fisiologia e anatomia humana” (A10). “Sim, principalmente no capítulo 12 onde dá uma ênfase maior para o corpo humano, além do capítulo 10 que foi muito proveitoso na área das proteínas” (A13). “Sim, sobre a parte do leite, percebe-se claramente a participação da biologia, como por exemplo, diz que o leite provém dos mamíferos, cujas fêmeas desenvolvem a glândula mamária e explica o que é aborda células, bacilos (bactérias) e muito mais” (A26). Ainda A16 e A18 afirmam observar a presença de conceitos químicos e biológicos na abordagem experimental: “Sim, continha elementos que a química e a biologia abordam” (A16). “Sim, pois trabalhou aspectos químicos e biológicos” (A18).

As respostas de A3, A14 e A27 apresentam a relação intrínseca com o estudo dos alimentos: “Sim, por que ele aborda os temas das **duas matérias** relacionando com os assuntos do dia a dia, focando nos alimentos” (A14). “Sim, eles estão relacionados com o que comemos no dia a dia. Podemos saber mais sobre os alimentos e de como eles agem dentro do nosso organismo” (A3). “Sim, o livro se utiliza dessa interdisciplinaridade na explicação dos seus conteúdos, que, por tratar principalmente da alimentação humana, necessariamente deve se utilizar da química e da biologia para uma compreensão geral” (A27).

Morin (2000) quando discute os princípios do conhecimento pertinente, situa um problema universal no qual existe uma inadequação. De um lado os saberes fragmentados e de outro as realidades cada vez mais multidisciplinares, tornando invisíveis o contexto, o global, o multidimensional e o complexo. Assim, para que o conhecimento se torne pertinente, faz-se necessário que a educação os torne evidente. E sobre o global Morin (2000, p. 37) afirma que

O global é mais que o contexto, é o conjunto das diversas partes ligadas a ele de modo inter-retroativo ou organizacional. [...] o todo tem qualidades ou propriedades que não são encontradas nas partes, se estas estiverem isoladas umas das outras, e certas qualidades ou propriedades das partes podem ser inibidas pelas restrições provenientes do todo.

A percepção dos alunos em suas respostas sobre a perspectiva interdisciplinar da experimentação do livro DC sinaliza aspectos que merecem ser destacados. Os alunos utilizam termos usados para expressar a relação entre as áreas de química e biologia e expressam que a imersão no contexto dos alimentos

viabiliza os experimentos. A interdisciplinaridade anunciada pelos alunos é visualizada pelas conexões que o próprio contexto dos alimentos evidencia isoladamente. Esta perspectiva interdisciplinar se aproxima do que Santomé (1998, p. 73) explicita: “implica na vontade e compromisso de elaborar um contexto mais geral, no qual cada uma das disciplinas em contato é por sua vez, modificada e passam a depender claramente uma das outras”.

Morin (2000, p. 36) enfatiza que “o conhecimento das informações ou dados isolados é insuficiente”; o sentido das coisas só é promovido no contexto em que está inserido. “Para ter sentido, a palavra necessita do texto, que é o próprio contexto, e o texto necessita do contexto no qual se enuncia” (MORIN, 2000, p. 36).

O mundo real necessita de pessoas com formação mais versátil para encarar uma sociedade em constantes mudanças e incertezas, e para tal é preciso apostar num currículo integrado, onde a interdisciplinaridade pode auxiliar na formação de “um novo tipo de pessoa, mais aberta, flexível, solidária, democrática e crítica” (SANTOMÉ, 1998, p. 45).

É evidente que o estudo dos alimentos é por excelência interdisciplinar, e que os conceitos utilizados no entendimento desta problemática envolvem, exigem, necessitam e transcendem o conhecimento disciplinar. De certa forma, é multidimensional e complexo, como é a vida. As especificidades de cada área só têm sentido na explicação do global. Gonçalves, Pires; Peralta (2015, p. 69) ressaltam que um ‘currículo integrado’, defendido por Santomé (1998), “pode ser entendido como uma compreensão global do conhecimento e como a promoção de maiores parcelas de interdisciplinaridade na sua construção”. Pensando assim, o estudo de temas que contemplem abordagens interdisciplinares é uma forma de pensar um currículo integrado. Também não se pode negar que para que se tenha interdisciplinaridade, é preciso que se tenham as disciplinas. As disciplinas constituem-se de um conjunto ordenado de conceitos, métodos e técnicas que organizam o pensamento, promovendo a análise e a interação com a realidade (SANTOMÉ, 1998). Desta forma, se disciplinas diferentes compartilham o mesmo objeto de estudo, há possibilidade de integração. A interação mínima entre disciplinas diferentes pode suscitar entendimentos globais do fenômeno compartilhado.

Em outra questão os alunos precisavam identificar os conceitos químicos e biológicos apresentados nos experimentos do livro DC, e a partir das respostas foi

possível observar três aspectos: os conceitos que não foram identificados como químicos ou biológicos a identificação do objeto de estudo da área do conhecimento e a definição do conceito escolhido. No primeiro aspecto a relação se deu a partir dos conceitos presentes no experimento realizado, com a identificação das propriedades das substâncias, o estudo das suspensões e fermentação anaeróbia, evidentes na resposta de A27, além da identificação das propriedades das substâncias na resposta do A20.

“Propriedades organolépticas, uso das mesmas na identificação de substâncias, limites das mesmas, propriedades físicas, solubilidade, solução, coloide, suspensão, soluto, densidade, mistura homogênea e heterogênea, reação, ação da temperatura na solubilidade, ponto de ebulição, decomposição, respiração aeróbia e anaeróbia, fermentação” (A27). “Propriedades organolépticas físicas, químicas, propriedades densidade entre outras propriedades” (A20).

Diferentemente no segundo aspecto, em outras respostas os alunos identificaram aquilo que define cada uma das áreas a partir dos experimentos realizados:

“Química; reações e compostos químicos. Biologia: fisiologia, anatomia e a reação de tal substância em um organismo” (A10). “Químicos: materiais utilizados e a reação ocorrida CO_2 ex: comprimido efervescente, entre outros. Biológicos: uso de materiais naturais (frutas e água); ação de enzimas, organelas celulares, fisiologia, bactérias as doenças causadas pela má alimentação, etc” (A13). “Quimicamente é como e quando acontecem as reações e porquê acontecem. Já biologicamente envolve as funções e nosso corpo, com digestão e como é” (A6).

Já no terceiro aspecto, nas respostas de A1 e A3 os conceitos foram definidos a partir da leitura do “*Aprofunde seus conhecimentos...*”:

“Ácido graxo saturado: são geralmente sólidos, por exemplo, a banha, bacon, leite integral. Ácido graxo insaturado: são geralmente líquidos. Como óleo de oliva, canola, girassol, etc. entre outros termos como lipídios, entre outros” (A1). “Sistema material: qualquer porção da matéria de conjunto de materiais que possam ser estudados; dispersão: são misturas que podem ser homogêneas e heterogêneas. Lipídios: família de substâncias orgânicas que se dissolvem pouco ou nada em água. Carboidratos: substâncias transformadas em lipídios no organismo e que gera energia. Proteínas: unidades moleculares denominados aminoácidos que se unem através de ligações peptídicas...” (A3).

Os entendimentos dos alunos sobre a identificação dos conceitos químicos e biológicos a partir dos experimentos do livro DC assumiram uma visão disciplinar, como era esperado. Isso se deve ao fato de que os experimentos foram realizados nas disciplinas distintas, privilegiando os conteúdos disciplinares. Follari (2011, p.

111) aponta um questionamento pertinente sobre a formação de alunos interdisciplinarmente: “não pretender formá-lo no interdisciplinar sem estudar previamente a própria disciplina. Não se pode entre mesclar o que não se conhece”. Santomé (1998, p. 61) salienta que

As propostas interdisciplinares surgem e desenvolvem apoiando-se nas disciplinas; a própria riqueza da interdisciplinaridade depende do grau de desenvolvimento atingido pelas disciplinas e estas, por sua vez serão afetadas positivamente pelos seus contatos e colaborações interdisciplinares.

Ainda o mesmo autor ressalta que “o ensino baseado na interdisciplinaridade tem um grande poder estruturador, pois os conceitos, contextos teóricos, procedimentos, enfrentados pelos alunos encontram-se organizados em torno de unidades mais globais” (SANTOMÉ, 1998, p. 73).

6.2.3 Importância dos questionamentos e da leitura

Na intenção de compreender a relação entre a funcionalidade dos questionamentos propostos nos experimentos, o diálogo teórico se fundamentará nos estudos de Leitão (2007) em seu artigo “Argumentação e desenvolvimento do pensamento reflexivo”. A argumentação é entendida aqui a partir do que Leitão (2007, p. 454) afirma:

[...] como uma atividade de natureza discursiva e social que se realiza pela defesa de pontos de vista e a consideração de objeções e perspectivas alternativas, com o objetivo último de aumentar – ou reduzir – a aceitabilidade dos pontos de vista em questão (Van Eemeren *et al.*, 1996). Tomadas em conjunto, a defesa de pontos de vista e a consideração de idéias alternativas criam, no discurso, um processo de negociação que possibilita o manejo de divergências entre concepções a respeito de fenômenos do mundo (físico ou social).

Os questionamentos que aparecem no transcorrer do experimento são imprescindíveis, pois podem promover movimentos argumentativos: formulação do argumento, a contra-argumentação e a avaliação, desencadeando um processo de reflexão de natureza metacognitiva (LEITÃO, 2007).

Os alunos foram perguntados quanto aos questionamentos que aparecem no transcorrer dos experimentos, se estes favorecem a discussão dos conceitos químicos e biológicos envolvidos. As respostas ponderaram sobre a ideia de que os

questionamentos favorecem ao debate, a elaboração de opinião, o pensar “sobre” a partir do conflito de ideias e a reflexão, buscando a compreensão dos experimentos.

Neste conjunto de respostas observam-se os termos, em negrito, que exprimem como os alunos percebem a relação questionamentos/experimentos. Primeiramente, os alunos A1, A6, A9 e A12 acreditam que o aprimoramento das respostas é provocado pelo debate:

“Favorecem de forma que causando um **debate** acerca desses questionamentos, podemos **aprimorar nossas respostas**, e descobrindo novas opções de respostas” (A1). “Favorecem, porque assim pode-se **tirar conclusões melhores formuladas** com auxílio, muitas vezes os questionamentos esclarecem e ajudam a realizar o experimento” (A6). “Sim, pois com esses questionamentos podemos fazer os nossos próprios questionamentos a partir deles, podemos assim, ter a **opinião aprimorada** a partir desses questionamentos” (A9). “Sim, pois faz-nos responder questões onde **mudaram nossas ideias** sobre os experimentos formando novas discussões” (A12).

Na busca de alguns sinônimos de aprimorar, encontram-se: aperfeiçoar, melhorar, elaborar, refinar, entre outros. Subentende-se que A1, A6, A9 e A12 percebem que a discussão viabiliza a apropriação de pontos de vista diferentes, que tanto podem se confrontar como se complementar, melhorando a resposta. Para Leitão, (2007, p. 457) “a tensão entre os pontos de vista desencadeia no indivíduo um movimento auto-regulador que orienta seus movimentos discursivos para busca de superação (não necessariamente resolução ou consenso) da tensão criada”.

Já A11, A17 e A24 entendem que o conflito de ideias é que estimula o pensar: “Sim, por que **gera conflito de ideias e estimula-nos a pensar** sobre o assunto para buscar uma resposta coerente” (A11). “Sim, pois a partir das discussões é possível ter mais entendimento sobre o assunto, **gerando mais discussões**” (A17). “Na minha opinião sim, **favorece as discussões**, mas isso ocorre pelos **diferentes modos de pensar** e ver como são feitos os experimentos” (A24).

Na resposta do A4 observa-se que por meio dos questionamentos é possível que o aluno expresse as suas hipóteses para os fenômenos observados e também favoreçam a aprendizagem: “Sem dúvidas, todos os questionamentos propostos, tanto na área biológica quanto na área química são importantes para discussão de toda teoria. Estas questões **abrem pensamentos e opiniões interessantes** de

serem lembrados **favorecendo o aluno, no momento em que pode mostrar seus conhecimentos ou até mesmo aprender**” (A4).

Algo a considerar são os termos **“abrem pensamentos”**, no sentido do pensar “sobre”. Esta ideia se assemelha às falas de A3, A13 e A14: “Sim, eles nos **fazem pensar** de como aquilo ocorreu, ou talvez de alguma maneira diferente” (A3). “Sim, traz consigo a **reflexão** dos experimentos elaborados, tornando algo mais “filosófico” ao analisar o transcorrer do experimento em ação” (A13). “Sim, favorecem, já que nos faz **pensar e refletir** mais sobre o assunto abordado” (A14).

Neste sentido, Leitão (2007, p. 457) apresenta quatro teses relacionadas à diferenciação entre esses os níveis de funcionamento psicológico da argumentação e reflexão. Na apresentação e discussão de uma cada das teses, o autor expressa que as “ideias/concepções que o indivíduo formula sobre objetos do mundo são, elas próprias, instituídas como (novos) objetos para sua reflexão”. O autor também acrescenta que este meta processo é conceituado como auto argumentação, que possui três atributos básicos: dialogicidade, dialeticidade e reflexividade. E sobre a reflexividade afirma que

[...] o prefixo auto na expressão autoargumentação captura a existência de uma relação reflexiva entre o indivíduo que pensa/fala e o objeto de seu pensamento/discurso. Definir a existência de uma relação reflexiva entre dois fenômenos significa assumir que, embora se possa conceituar cada um deles em seus próprios termos, os dois estão de tal modo implicados que nenhum deles pode ser analisado sem que se pressuponha o outro (Linnell, 1998). Na abordagem aqui proposta, a reflexividade é entendida como uma propriedade básica que interconecta o indivíduo que pensa e o objeto de seu pensamento (LEITÃO, 2007, p. 458).

De certa forma os alunos demonstram nas respostas já citadas a relação reflexiva entre “pensar sobre os fenômenos observados” e “pensar sobre as próprias concepções a respeito dos fenômenos propostos”. Este movimento dialógico, dialético e reflexivo foi promovido pelas discussões impulsionadas pelos questionamentos presentes na execução e para o entendimento dos resultados dos experimentos.

Nas respostas de A7 e A25 se observam indícios de que os questionamentos geraram a auto argumentação: “Sim, pois nos **fazem nos questionar** a nós mesmos se fazemos certo, e as perguntas nos faziam refletir o assunto proporcionado” (A7). “Com certeza, assim podemos respondê-los e **refletir o porquê** do fenômeno, e o **porquê dos resultados** que são usados para responder

os próprios questionamentos” (A25). A auto argumentação gera conflitos, contribuindo para a construção do conhecimento. Leitão (2007, p. 82) sugere uma relação entre argumentação e construção do conhecimento, pois “[...] são processos indissociavelmente interligados de imediato faz surgir a pergunta sobre que mecanismo de aprendizagem torna a argumentação um tipo de atividade privilegiada em relação ao processo de construção do conhecimento.” Moraes; Ramos; Galiazzi (2007) apresentam a relação entre experimentação, linguagem e aprendizagem. Neste sentido um experimento seria proveitoso quando provocasse

[...] reflexões pessoais sobre o experimentado, de diálogos com os colegas, de tentativas de responder questionamentos e aprofundar compreensões por meio de interpretações com consulta de autores e livros, e especialmente, pela escrita reconstrutiva, que contribui para o avanço de entendimentos existentes sobre os fenômenos experimentados (MORAES, RAMOS; GALIAZZI, 2007, p. 205).

Também é importante destacar nas falas de A26 e A27, a relação entre os questionamentos e a pesquisa: “Sim, pois você aprende melhor os conceitos, **facilita o entendimento dos conceitos e traz à tona toda uma discussão** com as pessoas envolvidas na realização dos experimentos e também **instiga a pesquisa** dos temas que ainda não dominamos” (A26). “Sim, eles não só favorecem como muitas vezes fazem o aluno perceber certos fatores que, **sem a indução de pesquisa pelo questionamento**, seriam ignorados” (A27). Essas falas enfatizam a busca pela pesquisa a partir dos questionamentos e conseqüentemente da leitura, provocando um processo reconstrutivo de aprendizagem por meio de interlocuções com o outro e também por meio da apropriação do conhecimento, constituindo-se de aprendizagens reconstrutivas.

[...] as aprendizagens reconstrutivas se concretizam a partir da confrontação de diferentes pensamentos, as leituras envolvendo especialistas nos temas estudados constituem modo importante de aprendizagem em química. A leitura de uma diversidade de autores é ferramenta importante da qualificação da capacidade de falar, escrever e pensar sobre química, sendo essencial na educação química dos alunos. Leituras são modos de estabelecer conversas com cientistas sobre os mais diversificados temas, leituras feitas não de forma isolada, mas em combinação estreita como a fala e a escrita (MORAES; RAMOS; GALIAZZI, 2007, p. 198).

Ainda as respostas dos alunos A10, A15, A18, A21 e A23 expressam a ideia de que o questionamento complementa o que foi experimentado, auxilia no alcance dos objetivos, orienta a elaboração de uma conclusão, promove a compreensão e a

explicação dos conteúdos: “Sim, pois **complementa e questiona** o que já foi experimentado ou testado e observado” (A10). “Sim, porque é uma forma de ajudar os alunos a chegarem mais facilmente ao **objetivo** do experimento” (A15). “Sim, porque **te guiam a uma conclusão**” (A18). “Sim, pois **ajudam a entender o conteúdo** apresentado e proposto pelo professor” (A21). “Claro que sim, não só apenas nos **ajudam a compreender** melhor como também os **explica melhor**” (A23). Os questionamentos propostos para a discussão dos experimentos foram entendidos pelos alunos como imprescindíveis na efetividade da aprendizagem, pois “[...] explica-se para que o interlocutor compreenda alguma coisa, descreve-se para que ele atente para detalhes de um determinado objeto do discurso, argumenta-se quando se quer levá-lo a reconhecer, ou não, a aceitabilidade de um ponto de vista” (LEITÃO, 2007, p. 80).

As perguntas: “O que?”, “Como?” e “Por que?”, entre outras, movimentam discursos de argumentação e auto argumentação num processo de negociação, onde as concepções podem ser constantemente formuladas, revistas e até transformadas constituindo processos de aprendizagem, identificados pelos alunos como conclusão, compreensão, entendimento do conteúdo e explicação do fato.

Leitão (2007, p. 79-80) enquanto discute os processos de construção do conhecimento em relação à argumentação, afirma que o conhecimento é gerado por um “contínuo processo de produção, revisão e atualização de “leituras” ou interpretações da realidade circundante”, que “um discurso quase nunca é homogêneo”, “diferentes “outros” coexistem e entrecruzam-se no discurso”. Em se tratando da experimentação, pode-se considerar que a justificativa dos pontos de vista que movimentam a auto argumentação e a heterogeneidade dos discursos socialmente construídos promoveram compreensões e explicações frente ao fenômeno experimentado.

Em outra questão os alunos responderam sobre suas considerações quanto à inserção do “Aprofunde seus conhecimentos...” após cada experimento. As respostas direcionaram para seis aspectos: promover novos conhecimentos, favorecer os entendimentos quanto aos experimentos, possibilitar a pesquisa, a obtenção de informações, aprendizagem de conteúdos e explicação do fenômeno experienciado.

Considera-se que as leituras proporcionadas no livro DC constituem-se práticas de leitura, e que conforme Pandini (2004) as práticas de leitura e as práticas

escolares estão sempre muito próximas, e que a leitura se constitui fonte de conhecimento também ligada à alfabetização. Além disso, as leituras produzem sentido como bem imprime Goulemot (1996, p. 116): “dar um sentido, é sempre falar sobre o que, talvez, não se chegue a dizer de outro modo mais claramente, mas seria permitir uma emergência daquilo que está escondido”. Desta forma, a inserção do “Aprofunde seus conhecimentos...” após cada experimento, tem a intenção de promover a apropriação de conhecimentos científicos que estão sendo movimentados na dinâmica dos experimentos.

O primeiro aspecto: promoção de novos conhecimentos está atrelado à abordagem dos textos no “Aprofunde seus conhecimentos...”: “Sim, pois leva a **novos conhecimentos** de uma forma mais dinâmica, mas ao mesmo tempo temos uma base para saber se nossas **hipóteses** estavam corretas” (A1). “Sim, bem instigante podendo **aumentar** ainda mais os **conhecimentos** que já tinha” (A5). “Instigante e interessante. **Adiciona** um pouco mais ao nosso **conhecimento**, além de procurar mais sobre o assunto” (A16).

Almeida (2011, p. 195) salienta que “a leitura é empregada para embasar o conhecimento estudado, para suscitar e aclarar dúvidas que culminarão com o diálogo crítico”. Nas falas dos alunos A1, A5, A16 é possível perceber que as leituras promoveram o aperfeiçoamento dos conhecimentos dinamizados na experimentação. E para tal produziram sentido a partir da interpretação do lido. Pandini (2004, p. 7) atenta para as práticas de leitura e a produção de sentido “a prática da leitura constitui espaços singulares, que assumem tonalidades diferentes a cada nova leitura e, em cada nova circunstância, será sempre um sentido novo”. Os termos utilizados para expressar os sentidos produzidos: levar, aumentar, adicionar novos conhecimentos emergem das interpretações particulares de cada um.

Nas respostas de A8, A14, A15 e A22, os alunos associaram aprofundar os conhecimentos com os entendimentos, as explicações do resultado e as reflexões sobre experimento: “Sim, pois assim nos dá mais vontade de saber todo esse assunto e **aprofundar nossos** conhecimentos” (A8). “Sim, porque o **aprofunde seus conhecimentos** tem informações importantes que ajuda no entendimento dos experimentos” (A15). “É instigante e interessante, te traz muitas vezes assuntos que fazem você entender melhor o resultado do experimento e às vezes até refletir sobre ele” (A14). “Sim, principalmente interessante. Por que dessa forma, além de

obtermos resultados nos experimentos, podemos **aperfeiçoar o conhecimento** e saber o porquê do resultado obtido” (A22).

O segundo aspecto sinalizado, que se trata de favorecer os entendimentos quanto aos experimentos, está relacionado com os conteúdos apresentados no “Aprofunde seus conhecimentos...”, que muitas vezes complementavam aquilo que foi desenvolvido no experimento e também traziam curiosidades: “Sim, pois dá para **entender melhor** em como experimento pode ser inserido” (A2). “É muito interessante pois ajuda a **entender e é um texto com curiosidades** que muitas pessoas talvez nem sabiam” (A19). “Reflexivo, nos faz pensar sobre o experimento e **relaciona-o com o conteúdo** que está sendo abordado” (A3). “Sim, pois **mostra usos e utilidades** dos produtos e reações” (A18). Eu considero muito **importante**, pois esclarece algumas coisas que acontecem no experimento (A11). Pandini (2004, p. 9) ressalta que “a leitura envolve emoções, conhecimento, experiências; sinaliza certas respostas, apaga outras, problematiza e permite acrescentar novas informações. Satisfaz curiosidades mediatas e imediatas”. A proposição apresentada por Pandini é visualizada nas falas de A2, A3, A11, A18 e A19, expressas nos termos **entender melhor, relaciona conteúdos, esclarece algumas coisas, mostra usos e utilidades, esclarece algumas coisas**.

O terceiro aspecto envolve a possibilidade de pesquisa por meio da leitura do “Aprofunde seus conhecimentos...”: “Sim, pois faz com que tenhamos curiosidades sobre certas coisas fazendo muitas vezes com que **pesquisamos** sobre tal assunto. São mais informações para alimenta nosso conhecimento” (A4). “Sim, pois assim está **estimulando-nos a pesquisarmos mais** sobre isso e aprofundar nossos conhecimentos. É uma estimulação ao aprendizado” (A7). Nas falas de A4 e A7 surge o movimento de aprender por meio da pesquisa, admitindo que a pesquisa se inicia com uma indagação. As leituras proporcionadas suscitaram questionamentos no sentido de avançar, como bem explicitado por Moraes; Galiazzi; Ramos (2012, p. 14): “questionar é criar as condições de avançar [...] quando estamos curiosos sobre nossas concepções de aprender, vamos à procura de mais conhecimentos”.

O quarto aspecto foca na obtenção de informações: “É bem interessante que podemos **conhecer fatos** que não aprendemos em sala e são interessantes” (A6). “É interessante, por que **traz informações** além e justificativa de tais experimentos feitos” (A10). “Sim, é interessante por **inserir uma informação** útil, de forma

resumida e compreensível, que tem a ver com o contexto, porém não cabe no texto comum” (A27). “Os três, pois acaba nos fazendo pensar sobre o experimento e traz sempre mais **informações** sobre o assunto” (A17). “Interessante, pois trata um pouco antes de ser estudado, ele explica” (A21). “Interessante, pois podemos usar isso a qualquer momento de nossas vidas” (A24). “Sim, pois **apresenta curiosidades** e fala sobre o que foi estudado relembrando e acrescentando” (A20). “É muita coisa que apresentava nesses textos eu não tinha nem ideia que acontecia” (A23).

O quinto aspecto está relacionado com a aprendizagem de conteúdos: “Sim, pois é uma forma da gente **aprender** mais, se interagir com todos os experimentos e capítulos do livro” (A9). “Sim e muito. Por que ajuda a memorizar e **aprender** algo a mais daquilo que você já sabia, tornando mais evidente o processo químico e biológico ocorrido” (A13). “Muito importante e também divertido, pois o que você **aprendeu** na teoria está se concretizando, ajuda a entender os temas que estamos estudando. Mesmo que não seja realizado em sala de aula, uma hora ou outra acabamos estudando as matérias que o livro traz, então quando os professores falam sobre o assunto já temos um conhecimento sobre e ainda sabemos algumas curiosidades que podemos compartilhar com os colegas em sala de aula” (A26).

O sexto aspecto aborda a explicação do fenômeno experienciado: “Sim, pois ele **explicará** minuciosamente fazendo-nos entender melhor os conceitos” (A12). “Sim, pois de certa forma **explica o fenômeno** envolvido no experimento, o que muito útil” (A25).

A partir do exposto através das falas dos alunos, percebe-se a importância das leituras proporcionadas nos textos do “Aprofunde seus conhecimentos...”, que produziram sentido e interpretações singulares e contextualizadas. Algumas aproximações podem ser feitas a partir do que Moraes (2007) apresenta sobre a aprendizagem e reconstrução do conhecimento, considerando a perspectiva de que novas aprendizagens são estabelecidas baseadas em novas conexões entre conhecimentos já construídos anteriormente e que vão sendo complexificados. Faz-se necessário “contextualizar as aprendizagens de sala de aula, estabelecendo pontes entre o que se trabalha e os significados já atribuídos pelos temas aos temas” (MORAES, 2007, p. 28).

A linguagem exerce papel significativo, e as interações provocadas por meio dos diálogos, leituras e escrita são formas de ampliar e complexificar os

conhecimentos. As declarações dos alunos apresentaram indícios de que as leituras do “Aprofunde seus conhecimentos...” proporcionaram aprendizagens.

6.2.3 Sobre a proposta experimental do livro DC

Esses questionamentos buscaram perceber se os alunos conseguem entender a proposta de experimentação apresentada no livro DC. Quanto ao contexto proposto, no caso os alimentos, as respostas explicitaram a relação teoria-prática como algo importante na compreensão dos conceitos estudados. Destacam-se em negrito as expressões indicativas da percepção dos alunos quanto à experimentação, nas respostas de A4, A6, A11, A13, A14 e A27:

“Sim, cada experimento era **aplicado em algum conceito** que estava sendo estudado ou que já tínhamos estudado. Dessa forma, os experimentos facilitam a compreensão e fração do conteúdo” (A4). “Sim, pois com a **prática a teoria torna-se essencial**, e após a prática com os resultados obtidos, é mais fácil compreender o contexto a até mesmo partes da teoria da qual não foi compreendida, durante e após a prática é possível compreender melhor o contexto proposto” (A6). “Com toda certeza. Uma coisa é o descobrimento teórico de um assunto, outra é o prático. **A prática adiciona à teoria uma dose necessária de mundo real**, tanto para a visualização da mesma, que muitas vezes é complicada em forma de textos e imagens, quanto nas variáveis que a realidade adiciona ao mundo ideal da teoria: nem sempre o escrito nos livros, funciona da forma que deveria” (A27). “Sim, pois o experimento **ilustra o contexto de modo que entender fica mais fácil**” (A11). “Sim. Gostei da ideia que o livro traz: primeiro **faz a relação em nosso dia a dia**, depois a profunda e posteriormente aplica um experimento para evidenciar como aquilo age corretamente” (A13). “Sim, o contexto fica bem mais claro do que se fosse explicado na teoria, e também por que faz **relação com algo do nosso dia a dia**, ficando mais fácil” (A14).

Quanto à importância da interdisciplinaridade e a contextualização na proposta experimental do livro DC, os alunos ratificaram o que haviam apresentado em outras respostas. O entendimento dos conteúdos é facilitado, movimenta o interesse pelo estudo e aumenta os conhecimentos:

“Acho muito importante pois o assunto “alimentos” é muito amplo e merece ser bastante explorado” (A2). “É importante, conseguimos com os experimentos **entender melhor o conteúdo** que está sendo abordado” (A3). “Importante, pois assim entendemos melhor o assunto proposto” (A19). “Importante nos entendimentos dos alunos no seu aprendizado, pois influencia e **desperta o interesse em estudar** e mostra o quanto tais matérias e conceitos são presentes em nosso dia a dia” (A4). “Achei muito interessante, muito legal, os temas e os experimentos são muito interessantes e com certeza **agregam conhecimento** a todos que realizar qualquer experimento, ou apenas ler o “Aprofunde seus conhecimentos...” (A26).

O fato dos alunos estarem envolvidos na realização e na interpretação dos resultados dos experimentos provocou o movimento de ideias, reestruturando os conceitos propostos. Paloschi; Zeni; Riveros (1998, p. 36) ressaltam que por meio dos experimentos “é possível despertar o interesse e a motivação para a análise crítica dos resultados, compensando dificuldades tão frequentemente citadas pelos alunos em relação ao aprendizado de química e reforçando conceitos importantes”.

As respostas dos alunos A18, A20 e A27 abordam a questão da integração das disciplinas de Química e Biologia. Destacam-se as palavras que expressam o sentido de interdisciplinaridade dos alunos: a interligação das disciplinas e a complementariedade das mesmas.

“Importante para entendermos que uma **depende da outra e que estão interligadas**” (A18). “Importante, **pois uma completa outra**, sozinhas são apenas elas mas juntas são um grupo. Ambas se completam” (A20). “Para a compreensão da biologia, a química é imprescindível, assim como para compreensão da química, a física também é. É muito difícil encontrar qualquer conhecimento totalmente desconectado de algum outro e normalmente, nesses casos, a utilidade deste só existe quando ele tem relação a mais algum. **A interdisciplinaridade é imprescindível, bem como a contextualização, já que essa faz um paralelo com a realidade e facilita a compreensão de certas coisas** (bem como sana dúvidas comuns, já que se trata do cotidiano)” (A27).

Sobre a perspectiva interdisciplinar do ensino, Hartmann; Zimmermann (2007, p. 193) salientam que esta se constituiu um princípio pedagógico que capacita os alunos “a construir um conhecimento integrado e a interagir com os demais levando em conta que, em função da complexidade da sociedade atual, as ações humanas repercutem umas em relação às outras”.

Quanto às impressões dos alunos sobre o livro DC, as respostas evidenciaram a didática apresentada, a organização e a praticidade, a linguagem compreensível, simplicidade dos experimentos, conhecimentos de novas informações, capacidade de reflexão proporcionada nos questionamentos, a relação com fatos do dia a dia, a interdisciplinaridade possibilitada, além de ser acessível para qualquer pessoa.

As melhores possíveis, apresentam uma didática excelente, que não apenas informa, mas faz o aluno realmente por a mão na massa e **desenvolve suas teorias**, aprimorando-as com as informações passadas em seguida (A1). É um livro ótimo muito bem organizado e prático. Explora muitos assuntos interessantes e ótimo para ser aplicado em sala de aula (A2). A maioria dos assuntos abordados na **área da biologia e da química** no 1º ano do ensino médio estão no livro acompanhados de diversos experimentos para melhorar a aprendizagem em relação ao conteúdo (A3).

Muito boas nos aspectos de linguagem compreensível conteúdos interessantes, explicações, informações extras e questionamentos (A4). É um livro muito bem redigido, de fácil entendimento, “Aprofunde seus conhecimentos...” é muito bom pois com ele acabamos por ter uma explicação um pouco mais aprofundada de cada experimento. São experimentos legais de executar e fáceis, mas precisa de componentes difíceis de se achar (A5). É um livro bom, aborda experiência práticas tanto como úteis que são “simples” e fáceis de fazer que ajudam e auxiliam o estudo ser melhor entendido (A6). Que é um livro muito interessante, que nos proporciona bastante sabedoria sobre fatos que podiam até então serem desconhecidos (A7). O livro nos ajuda a descobrir muitas coisas importantes que antes nos nem imaginávamos (A8). Ele é bem elaborado com termos interessantes e ele é bem interativo, é bem interessante pois envolve o leitor (A9). É um livro que traz bastante os **conceitos físicos, químicos e biológicos, que mostra um conhecimento contextual e direto**. Além do uso de frases que mostram interesse ao leitor (A10). É um livro muito interessante para ser adotado em sala de aula pois além de trazer conceitos, sempre traz um experimento que ilustra e perguntas para nos fazer pensar (A11). Bom, pois o livro trata **quimicamente e biologicamente os alimentos do dia a dia** (A12). As minhas impressões sobre o livro são as melhores, considera ele como um ótimo livro didático, seja na área **teórica ou experimental** e indicaria ele as pessoas pois assim elas saberão realmente aquilo que passasse nos alimentos, seja em nosso corpo ou fora dele (A13). O livro é bom e te ajuda a entender melhor os temas abordados em aula, com teoria, colocando-os aqui em **experimentos relacionados ao nosso dia a dia** (A14). É um livro de fácil entendimento, com experimentos que podemos utilizar materiais do dia a dia, tem informações que ajuda a compreender a teoria da apostila (A15). Aborda coisas importantes que nunca nos damos **atenção sobre a nossa alimentação**, e a importância de uma alimentação balanceada, podendo dar uma consequência boa ou ruim futuramente (A16). O livro tem fácil compreensão e traz assuntos que nos interessam (A17). Instrutivo e inteligente (A18). Muito bom pois você aprende com muita facilidade por que tem os experimentos, que assim dá de entender muito fácil sobre **a química e biologia** (A19). Atrativo, pois chama atenção com cores na capa, e com imagens no livro também chama a tença e impressão é boa (A20). Muito bom, um ótimo livro, bom para o aprendizado (A21). Algo diferente que atrai minha atenção, aprendendo de uma forma diferente com suas atividades e conceitos claros que instigam o aluno (A22). É muito boa, pois é um livro muito interessante e dá para ver que as pessoas que o desenvolveram estavam realmente querendo ajudar no aprendizado das outras pessoas (A23). O livro é muito bom, além de ótimo conteúdo, tem várias atividades e experiências que uma boa maneira de aprender se divertindo (A24). É um livro muito compreensível, traz opções, ou seja, você não precisa trabalhar com vidrarias específicas, é um livro bem informativo, traz exercícios para testarmos os conhecimentos obtidos, além de ser pequeno (tamanho das páginas) o que é muito bom para trabalhar (A25). O livro como um todo tem um caráter específico, mas consegue manter a acessibilidade: qualquer pessoa pode aprender com esse livro, mesmo sem muitos conhecimentos prévios da **química e biologia**, aliás, esse é um bom livro de iniciação. Ele definitivamente não é um livro com uma introdução direta e didática a nenhuma das duas matérias, porém, sua **abordagem cotidiana** pode sim levar quem lê a aprender mais sobre os assuntos, além de essa abordagem responder diversas perguntas comuns sem necessidade de uma longa explicação (A27).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 2002) conclamam a visão integrada do conhecimento, estabelecendo relações entre o aprendido e o

observado, possibilitando conexões entre a teoria e a prática. E nesse viés dois aspectos estão fortemente interligados: a interdisciplinaridade e a contextualização. Nesta perspectiva a interdisciplinaridade é vista como condição necessária para o estudo dos fenômenos sociais, econômicos, culturais, reais e complexos por natureza. Já a contextualização pode ser compreendida como um recurso, tendo em vista que todo conhecimento envolve uma relação entre uma situação real e concreta (objeto) e quem a vivencia o (sujeito), invocando dimensões presentes na vida pessoal, social e cultural. O livro DC tem como proposta a interdisciplinaridade e a contextualização; as respostas dos alunos sinalizaram aproximações quanto a esses aspectos e também pontuam proposições defendidas e pretendidas pelas autoras, relacionadas à linguagem acessível, à simplicidade dos experimentos e à capacidade de reflexão proporcionada nos questionamentos.

6.2.4 Conceitos químicos e biológicos movimentados nos relatórios da identificação da vitamina C nos alimentos

No contexto B envolveu alunos do 2º ano do Ensino Médio no ano de 2013, nas aulas curriculares de Química e Biologia. Estes estudantes organizaram-se em grupos de no máximo quatro participantes, para realizarem o experimento 9 do capítulo 10 – *composição química e ação biológica dos alimentos* do livro DC. Este experimento foi escolhido pelas professoras de Química e Biologia devido aos conceitos científicos que são apresentados e também às possibilidades de contextualização. No caso da Química, o experimento envolve reações de oxidação e redução, enquanto que na Biologia desenvolve o estudo das vitaminas e sua ação biológica. Após uma breve observação e leitura dos procedimentos, os alunos realizaram o experimento conforme figura 33.

FIGURA 33 – Experimento 9 – Capítulo 10.

mamão e abacaxi possuem enzimas que facilitam a digestão de proteínas; além disso, as frutas também são conhecidas pela presença de vitaminas.

As vitaminas, em particular a vitamina C, geralmente recebem um *status* de prevenção de gripes e resfriados. Isto é uma verdade ou um mito?

O que se sabe é que as vitaminas são poderosos antioxidantes e que quando ingeridas auxiliam em diversas reações no organismo.

Que tal relembarmos o experimento realizado no capítulo anterior, no qual verificamos o poder antioxidante da vitamina C nos alimentos testados. Naquela ocasião, discutimos esse fato como uma propriedade química das substâncias. Agora você é convidado a lançar um novo olhar para os resultados deste experimento.

Você deve ter percebido o escurecimento dos alimentos que não receberam a vitamina C, ao passo que as metades alimentares que entraram em contato com a vitamina C não escureceram. Isto prova o seu poder antioxidante.

Aprofunde seus conhecimentos...



Se você não ouviu os antioxidantes serem decantados em prosa e verso nos últimos anos, talvez esteja passando tempo demais no açougue. Essas substâncias extremamente alardeadas estão presentes nas frutas e hortaliças e são capazes de neutralizar radicais livres, aqueles fragmentos moleculares traiçoeiros produzidos sempre que inalamos oxigênio. Não podemos viver sem oxigênio, é claro, mas temos de pagar um preço por viver com ele: doença e, finalmente, a morte. Cerca de 2 a 3% do oxigênio consumido por nossas células é convertido em radicais

110

Fonte: livro DC

livres, tão reativos que podem romper outras moléculas. Quando as vítimas são proteínas, gorduras, ácidos nucléicos ou outras biomoléculas essenciais, o resultado pode ser doença cardíaca, câncer ou demência. Mesmo o simples envelhecimento foi vinculado a danos cumulativos por radicais livres.

Como são capazes de dar cabo do excesso de radicais livres, os antioxidantes merecem obviamente séria investigação científica. Uma das dificuldades, porém, é a grande variedade de antioxidantes presente em vegetais. As vitaminas C e E, juntamente com os carotenóides, receberam muita atenção, mas a maior parte da atividade antioxidante das frutas e hortaliças pode ser atribuída aos polifenóis.

Fonte: SCHWARCZ, Joseph A. Uma maçã por dia: mitos e verdades sobre os alimentos que comemos. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2008.

Com todos os benefícios já constatados dos nutrientes, em especial a vitamina C, cabe a nós selecionarmos alimentos que a contenham para compor nossas refeições.



Experimento 9 – Hora de testar alguns sucos que saboreamos em nosso dia a dia. É necessário separarmos: um comprimido efervescente de 1g de vitamina C, tintura de iodo a 2% (comercial), sucos de frutas variados (limão, laranja, maracujá, caju, etc.), cinco pipetas de 10 mL, uma fonte de calor, seis copos de vidro, uma colher de chá de farinha de trigo ou amido de milho, um béquer de 500 mL, água filtrada, um conta-gotas e uma garrafa de refrigerante de 1 litro.

Coloque no béquer 200 mL de água filtrada, aquecendo o líquido até uma temperatura próxima de 50°C. A seguir, coloque o

111

FIGURA 34 – Continuação do Experimento 9 – Capítulo 10.

uma colher de chá cheia de amido de milho na água aquecida, agitando sempre a mistura até que alcance a temperatura ambiente.

Na garrafa de refrigerante contendo aproximadamente 500 mL de água filtrada, dissolva o comprimido efervescente de vitamina C e complete o volume até um litro.

Coloque 20 mL da mistura (amido de milho mais água) em cada um dos seis copos de vidro, numerando-os de 1 a 6. Ao copo 2 adicione 5 mL da solução de vitamina C; a cada um dos copos 3, 4, 5 e 6 adicione 5 mL de um dos sucos a serem testados.

A seguir, pingue, gota a gota, a solução de iodo no copo 1 e agite constantemente até aparecer a coloração azul. Anote o número de gotas adicionadas.

Repita o procedimento para o copo 2. Anote o número de gotas necessárias para aparecimento da cor azul. Caso a cor desapareça, continue a adição de gotas de iodo até que ela persista.

Repita o mesmo procedimento realizado com o copo 2, nos copos 3, 4, 5 e 6.



112

Fonte: livro DC

1. Em qual dos sucos houve maior consumo de gotas de iodo?
2. Através do ensaio com a solução do comprimido efervescente é possível determinar a quantidade de vitamina C nos diferentes sucos de frutas?

Procure aferir o teor de vitamina C em alguns sucos industrializados, comparando-os com o teor informado no rótulo de suas embalagens.

Procure verificar, ao longo dos dias, a variação de propriedades de alguns sucos, em termos de manutenção de vitamina C, quando guardados em geladeira e em ambiente natural e fresco.

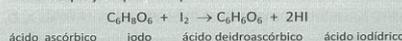
Aprofunde seus conhecimentos...



A adição de iodo à solução amilácea (água + farinha de trigo ou amido de milho) provoca no meio uma coloração azul intensa, devido ao fato do iodo formar um complexo com o amido.

Graças a sua bem conhecida propriedade antioxidante, a vitamina C promove a redução de iodo a iodeto, que em solução aquosa e na ausência de metais pesados é incolor. Dessa forma, quanto mais ácido ascórbico um determinado alimento contiver, mais rapidamente a coloração azul inicial da mistura amilácea desaparecerá e maior a quantidade de gotas da solução de iodo necessária para restabelecer a coloração azul.

A equação química que descreve o fenômeno é:



Fonte: SILVA, Sidnei Luis A. da FERREIRA, Geraldo Alberto L. SILVA, Roberto Ribeiro da. **A procura da vitamina C**. Química Nova na Escola no.2, novembro, 1995.

113

FIGURA 35 – Continuação do Experimento 9 – Capítulo 10.

Este composto de fato não pode faltar em nossas mesas, pois sua ausência pode causar uma doença muito conhecida historicamente, o escorbuto. Podemos encontrá-la nos vegetais folhosos, legumes e frutas.

Aprofunde seus conhecimentos...



A Era dos Descobrimentos foi movida pelo comércio de moléculas contidas nas especiarias, mas foi a falta de uma molécula, bastante diferente, que quase a encerrou. Mais de 90% da tripulação de Magalhães não sobreviveram à sua circunavegação de 1519 - 1522 – em grande parte por causa do escorbuto, uma doença devastadora causada por uma deficiência da molécula do ácido ascórbico, a vitamina C.

Exaustão e fraqueza, inchaço dos pés e pernas, amolecimento das gengivas, equimoses, hemorragias nasais e bucais, hálito fétido, diarreia, dores musculares, perda dos dentes, afecções do pulmão e do fígado – a lista de sintomas do escorbuto é longa e horrível.

Fonte: LE COUTEUR, Penny. **Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2006.

As vitaminas constituem de um modo geral moléculas auxiliares de enzimas, o que as intitula como coenzimas. Além de suas funções específicas, as vitaminas também podem ser classificadas de acordo com sua solubilidade (caráter polar e apolar), constituindo o grupo das lipossolúveis (vitaminas A, D, E e K) e o grupo das hidrossolúveis (vitamina C e complexo B).

Agora você está convidado a pesquisar uma tabela vitamínica, ou seja, que contenha os tipos de vitaminas (nome popular e químico), fontes, necessidades diárias e deficiências. É

114

importante ler e entender cientificamente estas informações que são apresentadas nas mais variadas fontes que abordem assuntos relacionados à alimentação, uma vez que dependemos diretamente dos alimentos para a disponibilidade das vitaminas ao metabolismo humano.

Aprofunde seus conhecimentos...



O consenso científico é que a vitamina C na faixa de 250 a 500 miligramas é bastante segura, como a vitamina E em doses de até 400 UI. A vitamina A não deveria exceder 4000 UI, e é preferível que parte disso venha de betacaroteno, seu precursor. A melhor defesa da suplementação pode ser feita para a vitamina D e as vitaminas B, em particular o ácido fólico. Vimos os dados sedutores associando a primeira a proteção contra vários tipos de câncer e os estudos que sugerem que o risco de demência é reduzido com o consumo adequado de vitamina B. Suplementos contendo cerca de 2 miligramas de vitamina B₆, 6 microgramas de B₁₂ e 400 microgramas de ácido fólico podem compensar uma falta dos mesmos na dieta. No que diz respeito à vitamina D, muitos pesquisadores acreditam agora que deveríamos obter cerca de 1000 UI por dia, quantidade difícil de conseguir sem suplementos.

Fonte: SCHWARZ, Joseph A. **Uma maçã por dia: mitos e verdades sobre os alimentos que comemos**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2008.

Muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas a cerca das vitaminas. Se considerarmos que são elementos jovens nos conhecimentos científicos, portanto, o que podemos fazer por nós diariamente é o que nos diz um ditado bastante antigo: em toda refeição que fizer, não esqueça o que vale é um prato bem

115

Fonte: livro DC

Este experimento foi realizado de forma demonstrativo-investigativa, pois aconteceu por meio da condução do professor com a participação colaborativa dos alunos. Tendo em vista que esta atividade foi inserida nas aulas teóricas, se buscou a articulação entre a teoria e a prática, o levantamento das concepções prévias e a elaboração de hipóteses. Durante a realização do experimento foram feitas observações e a intervenção das professoras, se deu por meio de questionamentos que pudessem provocar reflexões e entendimentos. Os alunos foram questionados quanto às hipóteses de quais sucos teriam mais vitamina C. Enquanto foram sendo adicionadas as gotas de iodo nos sucos, os alunos conseguiam perceber a coloração roxa que aos poucos desaparecia, e então foi possível explicar a propriedade antioxidante da vitamina C, que promove a redução de iodo a iodeto. A explicação provocava outros questionamentos como: por que alimentos frescos continham mais vitamina C?

Ao término do experimento foi solicitado que os alunos elaborassem o relatório de acordo com o roteiro proposto⁹ juntamente com os procedimentos, respondendo alguns questionamentos referentes ao entendimento e as possíveis

⁹ Este roteiro está apresentado nos procedimentos metodológicos.

explicações para o fato observado. Isso deveria ser confrontado com os conhecimentos prévios, leituras do “Aprofunde seus conhecimentos...”, e discussão dos textos sobre a reação química observada e a importância da ingestão da vitamina C, que evita o escorbuto, doença devastadora causada por uma deficiência da molécula do ácido ascórbico, além da quantidade de vitamina C que deve ser ingerida por dia.

As discussões proporcionadas aqui se relacionam com as considerações finais apresentadas nos relatórios que os alunos elaboraram. No total foram analisados 8 relatórios de uma turma de 2º ano do Ensino Médio com 29 alunos. As escritas dos alunos foram baseadas na discussão proporcionada durante o experimento, interações entre professor-alunos e alunos-alunos. Além disso, os alunos embasaram-se também nas leituras do “Aprofunde seus conhecimentos...”, e pesquisas em materiais sobre o assunto. É possível identificar quatro aspectos explicitados nos textos dos alunos: conceitos científicos relacionados com a vitamina C em R1¹⁰; relação entre alimentos e a presença de vitamina C em R2; relação da vitamina C com o corpo humano em R3 e R8 e a relação das gotas de iodo com a quantidade de vitamina C nos alimentos em R4, R5, R6 e R7.

Somente o R1 apresenta uma explicação pautada nos conceitos químicos, destacados em negrito, relacionados com as reações de oxidação e redução: “A vitamina C é um poderoso **antioxidante** porque **impede a oxidação**, isto é, a **perda de elétrons**. Funciona como **agente preservativo** em alimentos, **evitando a ação do tempo neles e aumentando a sua data de validade**. Além disso, podemos perceber também que sucos frescos preparados com ingredientes naturais contêm uma quantidade de vitamina C maior, fato que comprovamos com a quantidade de iodo necessária para obter a coloração roxa.” (R1). Percebe-se que este grupo de alunos participou ativamente da execução e discussão dos resultados dos experimentos, além da busca dos entendimentos nas leituras e pesquisas sobre o assunto.

No R2 a ênfase foi dada na quantidade de vitamina C presente nos alimentos testados e a relação com as propriedades de cada um: “Muitos são os alimentos que contêm vitamina C e ela pode estar distribuída em quantidades diferentes em cada um dos alimentos que a contém. Alimentos como o mamão, o

¹⁰ Optou-se por identificar os relatórios com as siglas R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7 e R8.

brócolis, a tangerina e a laranja possuem uma quantidade muito maior de vitamina C do que alimentos como a manga, o espinafre e o limão, constituindo propriedades próprias de cada um. É possível determinar a quantidade de vitamina C de cada alimento através da solução: alimento + solução amilácea + iodo, tendo como base de cálculo, o mesmo experimento realizado com o comprimido suplementar de vitamina C encontrado em farmácias” (R2).

Já nos R3 e R8 a relação da vitamina C com a manutenção do corpo saudável e a prevenção de doenças foram os aspectos destacados: “Podemos perceber que alguns dos alimentos que achávamos ter muita vitamina C, não tinham, e outros que nem esperávamos que tivessem, tinham. Um teste bem interessante, onde podemos cuidar com o que comemos, já que não sintetizamos vitamina C, precisamos desses alimentos **para manter um corpo saudável**” (R3). “A partir desse experimento foi possível diversos sucos, com maior e menor quantidade de vitamina C. Quanto mais ácido ascórbico o suco continha, maior era a quantidade da solução de iodo necessária para atingir tal coloração. Também percebemos **a importância da vitamina C em nossa alimentação, sobretudo para prevenir diversas doenças** e ajudar na cicatrização.” (R8). O contexto dos alimentos permitiu reflexões no sentido de qualificar as escolhas, conforme destacado em negrito. Identifica-se a busca do aluno em tornar-se um sujeito ativo na definição de sua alimentação, considerando suas inúmeras interfaces: social, econômica, política, química e biológica.

Nos relatórios R4, R5, R6 e R7 os textos apresentaram a constatação da relação entre a quantidade das gotas de iodo adicionadas na solução amilácea e a quantidade de vitamina C presente nos alimentos, evidenciando a capacidade de generalização: “A conclusão foi que quanto mais rápido o suco ficava na coloração roxa provocada pelo iodo, menos vitamina C ele continha, e quanto mais gotas de iodo eram necessárias para o suco ficar roxo, mais vitamina C ele tinha.” (R4). “Ao colocarmos solução de iodo na mistura com o amido, fica preta ou azul arroxeada devido a presença de amido. A cor escura deve desaparecer, pois a vitamina C neste experimento pode demorar a desaparecer a cor escura” (R5). “Através desse simples experimento, podemos descobrir qual é a verdadeira quantidade de vitamina C presente em qualquer alimento, e até mesmo desafiar teor de vitamina C informado nos rótulos dos alimentos” (R6). “Conforme íamos terminando a adição do

iodo nas substâncias, as primeiras começavam a descoloração. Também pudemos perceber que algumas substâncias não precisaram tanto iodo para obterem a coloração, por serem mais ácidas, e assim a coloração ocorrida mais rapidamente e com menos quantidade de iodo” (R7).

Durante a experimentação o professor deve priorizar três níveis de conhecimento químico apontados por Silva; Machado; Tunes (2010): observação macroscópica, interpretação microscópica e expressão representacional.

A observação macroscópica consiste em descrever aquilo que é visualizado durante a realização do experimento. Já na interpretação microscópica deve-se recorrer a teorias científicas disponíveis que expliquem o(s) fenômeno(s) estudado(s). Por sua vez, na expressão representacional é recomendado a empregar a linguagem química, física ou matemática (fórmulas, equações, modelos representacionais, gráficos, etc.) para representar o fenômeno em questão (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 247).

A observação macroscópica é identificada nos relatórios por meio das generalizações apresentadas pelos alunos: “quanto mais rápido o suco ficava na coloração roxa provocada pelo iodo, menos vitamina C ele continha, e quanto mais gotas de iodo eram necessárias para o suco ficar roxo, mais vitamina C ele tinha”. (R4). Quanto à interpretação microscópica percebe-se nas explicações sobre o fenômeno: “A adição de iodo à solução amilácea provoca na substância uma coloração azul intensa, por que o iodo forma um complexo com o amido. Pelo fato de a vitamina C ser um antioxidante, ela promove a redução do iodo e iodeto” (R7). A expressão representacional pode ser apresentada no emprego da matemática para a obtenção das quantidades aproximadas de vitamina C nos alimentos testados (figura 36) e a equação que representa a reação química vivenciada: “[...] equação química desse fenômeno $C_6H_8O_6 + I_2 \rightarrow C_6H_6O_6 + 2HI$ “ (R7).

FIGURA 36 – Recorte do R4 indicando a tabela elaborada com os sucos testados, o número de gotas e as quantidades de vitamina C.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado que podemos obter foi que quanto mais gotas de iodo eram colocadas nos sucos, maior era a quantidade de gramas de vitamina C nos sucos. Mas nem o suco de laranja teve um número maior do que o do comprimido.

Suco	Número de Gotas	Quantidade de gramas Mg
Vitamina C	19	5,00
Agrião	3	0,78
Abacaxi	2	0,52
Abacaxi (natural)	6	1,57
Limão	3	0,78
Morango	7	1,84
Laranja	10	2,63
Laranja (suco industrializado)	7	1,84
Mamão	15	3,94
Espinafre	4	1,05
Manga	3	0,78
Brócolis	10	2,63
Tangerina	9	2,36

Fonte: Da pesquisa

Analisando os textos escritos, percebe-se que a explicação elaborada para o experimento realizado evidenciou que a observação dos aspectos macroscópicos não é suficiente para o entendimento dos conceitos químicos relacionados com o experimento da identificação da vitamina C e sua fisiologia, sendo relevante a discussão dos aspectos microscópicos mediados pelo professor, contribuindo para a relação teoria-experimento. Segundo Silva; Machado; Tunes (2010, p. 236) “a explicação de um fenômeno utilizando-se de uma teoria é o que denominamos de relação teoria-experimento, ou seja, é a relação entre o fazer e o pensar”. Ainda os autores destacam que o uso da teoria na explicação do fenômeno não prova sua veracidade, mas testa sua capacidade de generalização. E “a capacidade de generalização e previsão de uma teoria é que pode dar à experimentação no ensino um caráter investigativo” (op. cit., p. 237).

A promoção do “movimento” reconstrutivo, provocado pelos questionamentos e participação oral, durante a realização do experimento, favorece a interação professor-aluno e aluno-aluno. A experimentação conforme Silva, Machado e Tunes (2010, p. 240) “enseja a possibilidade de fragmentação do objeto concreto em partes, o reconhecimento destas e a sua recombinação de um modo novo”. Contudo a experimentação precisa ser bem planejada e conduzida

adequadamente para uma melhor apreensão da relação teoria-experimento, e para tal o professor necessita de clareza quanto ao papel da experimentação no ensino.

Outro ponto a considerar é que mesmo que já tenha sido estudada a composição dos seres vivos em Biologia e as propriedades físicas das substâncias em Química, a maioria dos alunos não buscou estes conhecimentos na explicação do fenômeno observado. Houve a necessidade das intervenções das professoras das áreas, por meio do diálogo e da interação, mostrando que a mesma vitamina C estudada em Biologia é a da Química.

Algo relevante é que a maioria dos alunos consegue perceber a importância da Biologia, da Química e de aspectos históricos para o entendimento do conceito de vitamina C e sua fisiologia. Isto é observado na introdução dos relatórios onde são explicitados aspectos como: “a função da vitamina C é a hidroxilação do colágeno, usado para transformar os radicais livres de oxigênio em formas inertes, na síntese de moléculas eu servem como hormônio ou como neurotransmissor” (R4). Inclusive são citados aspectos históricos relacionados com a descoberta da vitamina C, a era dos descobrimentos e a doença do escorbuto: “mais de 90% da tripulação de Magalhães não sobreviveram, [...] em grande parte por causa do escorbuto, doença devastadora causada por uma deficiência da molécula do ácido ascórbico” (R5). Há também a constatação de que eles precisam de conhecimento sobre oxidação para os entendimentos do fenômeno: “para entendermos o experimento, precisamos saber sobre todo um contexto que envolve essa experiência, e entendendo esses conceitos, saberemos o que está acontecendo na experiência” (R6).

A situação vivenciada por meio do experimento realizado e a sua explicação evidenciou que o contexto em si é importante, contudo percebe-se que os alunos têm dificuldade em relacionar o cotidiano com as teorias apresentadas nas disciplinas envolvidas, indicando a relevância da mediação do professor, das leituras e pesquisas sobre o assunto.

6.3 CONTEXTO C: ALUNOS DO CURSO TÉCNICO INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO

O contexto C foi formado por alunos do 1º ano de dois Cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio: Química e Informática, totalizando 124 alunos. A pesquisa foi realizada nos anos de 2014 e 2015 nas aulas de Biologia. Após conhecer a proposta do livro DC, os professores da referida disciplina decidiram escolher experimentos que estavam de acordo com as temáticas desenvolvidas em suas aulas. A partir deste momento foi oficializada a pesquisa com esses alunos e o contato mais direto com os professores, no sentido de compreender de que forma as interações entre a realização dos experimentos e a aprendizagem dos conceitos científicos envolvidos possibilitaram entendimentos da experimentação contextualizada e interdisciplinar.

6.3.1 Percepções dos alunos: aplicação da proposta do livro DC em 2014

No ano de 2014 os estudantes foram divididos em grupos e receberam um experimento do referido livro para realizarem e apresentarem para toda a turma. Os experimentos realizados estavam relacionados com a composição química e a ação biológica dos alimentos. Os alunos verificaram o grau de insaturação dos óleos através do teste do iodo, a presença e quantidade de glicose nos alimentos utilizando a glicofita, a identificação das proteínas através do teste do biureto, ação das enzimas (bromelina e papaína) na digestão das proteínas, identificação da vitamina C e presença dos sais minerais (cálcio e ferro) nos alimentos. Em sequência estão apresentados alguns dos experimentos realizados pelos alunos.

FIGURA 37 – Experimento Identificação da glicose nos alimentos

energética vegetal).

Experimento 5 – Utilizando amostras dos alimentos já testados com a glicofita em recipientes separados, pingue solução de iodo e observe a reação. O iodo tem cor castanha e na presença do amido adquire coloração violeta, roxo ou, às vezes, preto.



1. Dos alimentos testados quais apresentam amido? O que observa de comum entre eles?

Aprofunde seus conhecimentos...

Quimicamente, a formação dessa cor azul é fascinante. Todos os amidos de planta são moléculas gigantes formadas pela união de 60 a 5000 unidades de glicose. Esses “monômeros” de glicose na verdade podem ser unidos de dois modos diferentes: se estão alinhados em uma cadeia consecutiva, temos a “amilose”, que é solúvel em água; se estão unidos de forma ramificada, o amido resultante é insolúvel em água, e é conhecido como “amilopectina”.

Somente a amilose, que representa aproximadamente 20% dos amidos, produz uma cor azul quando o iodo é aplicado. A longa cadeia de amilose é espiralada em forma de hélice, e as

98

moléculas de iodo são do tamanho certo para encaixar no espaço aberto central da hélice. O complexo resultante de amilose e iodo é azul.

Fonte: SCHWARCZ, Joc. **Barbies, bambolês e bolas de bilhar: 67 deliciosos comentários sobre a fascinante química do dia-a-dia.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2009.

Experimento 6 – Mergulho celular! Entre as amostras testadas, escolha um alimento consistente, capaz de ser cortado, como a batata. Finas fatias coradas com iodo serão levadas ao microscópio que permitirá a visualização, em objetiva de 10, dos grãos de amido no meio intracelular. Produza um registro biológico identificando parede celular, meio intracelular e grãos de amido.



Aprofunde seus conhecimentos...

Carboidrato é uma parte do alimento. Amido é carboidrato, assim como açúcares e certos tipos de fibras. Amido e açúcares são reservas da natureza geradas pela energia do Sol, pelo dióxido de carbono e pela água. O alicerce do amido é a glicose. [...]

99

Fonte: livro DC

FIGURA 38 – Experimento Identificação das proteínas nos alimentos

princípio ativo, reage diante de um agente químico específico, o seu *substrato*, permitindo que este participe dos processos químicos vitais milhares ou milhões de vezes mais depressa do que normalmente participaria. As moléculas de cada tipo de enzima têm uma forma própria, que pode reagir apenas com um substrato específico, e assim catalisam apenas uma reação química específica. Há uma única enzima para cada uma das centenas de reações químicas essenciais para a vida de todas as plantas e de todos os animais.

Fonte: WOLKE, Robert L. **O que Einstein disse ao seu cozinheiro, 2: mais ciência na cozinha.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2005.

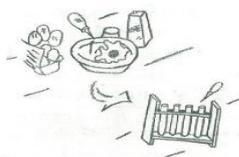
E nos alimentos que ingerimos há proteínas? Hora de certificar-se!

Experimento 7 – Você precisará de clara de ovo crua, leite, amido de milho, solução concentrada de hidróxido de sódio (soda cáustica) e solução de sulfato de cobre a 5%.

Coloque 20 gotas de cada uma das duas soluções em quatro tubos de ensaio. Misture-as com bastão de vidro. No tubo dois, pingue 3 gotas de clara de ovo crua. No tubo três, uma colher de chá de amido de milho e no tubo quatro, 5 gotas de leite. O tubo um será utilizado para comparar as variações dos demais tubos, ou seja, será o controle. Observe as cores que aparecem nos tubos e anote os resultados.

Você acabou de presenciar uma reação de identificação de proteínas conhecida como teste de biureto. O sulfato de cobre em meio alcalino tem cor azul e quando está na presença de proteínas reage e adquire tonalidades do rosa ao roxo.

102



1. Em quais alimentos foi identificada a presença de proteínas?

2. Como você chegou a esta conclusão?

3. Pesquise quais foram estas proteínas que permitiram a reação na clara do ovo e no leite.

As proteínas presentes nos alimentos testados são constituídas por unidades moleculares denominadas aminoácidos, que se unem através de ligações peptídicas. Esta estrutura química é a similaridade entre todas as proteínas, ou seja, independente da natureza proteica, todas serão longas e “elegantes” cadeias de aminoácidos que assumem formas de acordo com a função a ser desempenhada lhe atribuindo à classificação em primária, secundária, terciária e quaternária. O surpreendente dessas substâncias é que onde quer que estejam, na matéria viva, serão compostas pela organização de apenas vinte tipos diferentes de aminoácidos, conhecidos até o momento.

Uma das mais fascinantes atividades celulares é a síntese proteica contando com a participação do DNA, RNAs e do cenário ribossômico. Na ingestão dos alimentos, estamos proporcionando ao nosso universo microscópico a matéria prima (aminoácidos – aa) para o engendramento da síntese

103

Fonte: livro DC

FIGURA 39 – Experimento Identificação da vitamina C nos alimentos

mamão e abacaxi possuem enzimas que facilitam a digestão de proteínas; além disso, as frutas também são conhecidas pela presença de vitaminas.

As vitaminas, em particular a vitamina C, geralmente recebem um status de prevenção de gripes e resfriados. Isto é uma verdade ou um mito?

O que se sabe é que as vitaminas são poderosos antioxidantes e que quando ingeridas auxiliam em diversas reações no organismo.

Que tal relembrarmos o experimento realizado no capítulo anterior, no qual verificamos o poder antioxidante da vitamina C nos alimentos testados. Naquela ocasião, discutimos esse fato como uma propriedade química das substâncias. Agora você é convidado a lançar um novo olhar para os resultados deste experimento.

Você deve ter percebido o escurecimento dos alimentos que não receberam a vitamina C, ao passo que as metades alimentares que entraram em contato com a vitamina C não escureceram. Isto prova o seu poder antioxidante.

Aprofunde seus conhecimentos...



Se você não ouviu os antioxidantes serem decantados em prosa e verso nos últimos anos, talvez esteja passando tempo demais no açougue. Essas substâncias extremamente alardeadas estão presentes nas frutas e hortaliças e são capazes de neutralizar radicais livres, aqueles fragmentos moleculares traiçoeiros produzidos sempre que inalamos oxigênio. Não podemos viver sem oxigênio, é claro, mas temos de pagar um preço por viver com ele: doença e, finalmente, a morte. Cerca de 2 a 3% do oxigênio consumido por nossas células é convertido em radicais

livres, tão reativos que podem romper outras moléculas. Quando as vítimas são proteínas, gorduras, ácidos nucleicos ou outras biomoléculas essenciais, o resultado pode ser doença cardíaca, câncer ou demência. Mesmo o simples envelhecimento foi vinculado a danos cumulativos por radicais livres.

Como são capazes de dar cabo do excesso de radicais livres, os antioxidantes merecem obviamente séria investigação científica. Uma das dificuldades, porém, é a grande variedade de antioxidantes presente em vegetais. As vitaminas C e E, juntamente com os carotenóides, receberam muita atenção, mas a maior parte da atividade antioxidante das frutas e hortaliças pode ser atribuída aos polifenóis.

Fonte: SCHWARCZ, Joseph A. Uma maçã por dia: mitos e verdades sobre os alimentos que comemos. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2008.

Com todos os benefícios já constatados dos nutrientes, em especial a vitamina C, cabe a nós selecionarmos alimentos que a contemham para compor nossas refeições.

Experimento 9 – Hora de testar alguns sucos que saboreamos em nosso dia a dia. É necessário separarmos: um comprimido efervescente de 1g de vitamina C, tintura de iodo a 2% (comercial), sucos de frutas variados (limão, laranja, maracujá, caju, etc.), cinco pipetas de 10 mL, uma fonte de calor, seis copos de vidro, uma colher de chá de farinha de trigo ou amido de milho, um béquer de 500 mL, água filtrada, um conta-gotas e uma garrafa de refrigerante de 1 litro.

Coloque no béquer 200 mL de água filtrada, aquecendo o líquido até uma temperatura próxima de 50°C. A seguir, coloque



Fonte: livro DC

FIGURA 40 – Experimento Identificação dos alimentos

uma colher de chá cheia de amido de milho na água aquecida, agitando sempre a mistura até que alcance a temperatura ambiente.

Na garrafa de refrigerante contendo aproximadamente 500 mL de água filtrada, dissolva o comprimido efervescente de vitamina C e complete o volume até um litro.

Coloque 20 mL da mistura (amido de milho mais água) em cada um dos seis copos de vidro, numerando-os de 1 a 6. Ao copo 2 adicione 5 mL da solução de vitamina C; a cada um dos copos 3, 4, 5 e 6 adicione 5 mL de um dos sucos a serem testados.

A seguir, pingue, gota a gota, a solução de iodo no copo 1 e agite constantemente até aparecer a coloração azul. Anote o número de gotas adicionadas.

Repita o procedimento para o copo 2. Anote o número de gotas necessárias para aparecimento da cor azul. Caso a cor desapareça, continue a adição de gotas de iodo até que ela persista.

Repita o mesmo procedimento realizado com o copo 2, nos copos 3, 4, 5 e 6.



Fonte: livro DC

1. Em qual dos sucos houve maior consumo de gotas de iodo?
2. Através do ensaio com a solução do comprimido efervescente é possível determinar a quantidade de vitamina C nos diferentes sucos de frutas?

Procure aferir o teor de vitamina C em alguns sucos industrializados, comparando-os com o teor informado no rótulo de suas embalagens.

Procure verificar, ao longo dos dias, a variação de propriedades de alguns sucos, em termos de manutenção de vitamina C, quando guardados em geladeira e em ambiente natural e fresco.

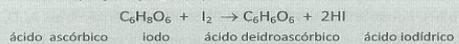
Aprofunde seus conhecimentos...



A adição de iodo à solução amilácea (água + farinha de trigo ou amido de milho) provoca no meio uma coloração azul intensa, devido ao fato do iodo formar um complexo com o amido.

Graças a sua bem conhecida propriedade antioxidante, a vitamina C promove a redução de iodo a iodeto, que em solução aquosa e na ausência de metais pesados é incolor. Dessa forma, quanto mais ácido ascórbico um determinado alimento contiver, mais rapidamente a coloração azul inicial da mistura amilácea desaparecerá e maior a quantidade de gotas da solução de iodo necessária para restabelecer a coloração azul.

A equação química que descreve o fenômeno é:



Fonte: SILVA, Sidnei Luis A. da FERREIRA, Geraldo Alberto L. SILVA, Roberto Ribeiro da. A procura da vitamina C. Química Nova na Escola no.2, novembro, 1995.

FIGURA 41 – Experimento Ação da bromelina e papaína nos alimentos

Experimento 8 – Separe suporte para tubos de ensaio, quatro tubos de ensaio, bquer, lamparina, pinça de madeira, colher de café, conta-gotas, etiquetas, algodão, gelatina incolor, sucos de frutas: abacaxi, limão e mamão (devem ser naturais e frescos, obtidos diretamente das frutas e pouco tempo antes do experimento), sulfato de cobre e hidróxido de sódio.

Dispostos no suporte, identifique os tubos de ensaio etiquetando-os de 1 a 4. Dissolva quatro colheres de café de gelatina incolor em 10 mL de água quente, num bquer e deixe esfriar. Distribua esse caldo gelatinoso nos quatro tubos de ensaio, adicionando 3mL de suco de abacaxi no tubo 2, 3 mL de suco de limão no tubo 3, e 3 mL de suco de mamão no tubo 4, agitando cada tubo. Cubra os tubos de ensaio com chumaço de algodão e deixe-os em repouso por seis horas. Em seguida, coloque 20 gotas de solução de sulfato de cobre e mais 20 gotas de solução de hidróxido de sódio (teste de biureto) em cada tubo. Agite, observe as cores que aparecem e anote os resultados. Aguarde mais 18 horas e faça novas observações, anotando os resultados.



106

Fonte: livro DC

FIGURA 42 – Experimento Verificação do grau de insaturação nos óleos

simetria apropriada.

Substitua as linhas interrompidas de seu esquema por outras inteiras e firmes e represente os detalhes estruturais importantes. Não sombreie, nem queira dar um "toque artístico".

Preencha os detalhes, mas não além do necessário. Se seu espécime tem simetria bilateral, os detalhes de um lado são suficientes, enquanto na simetria radial, os detalhes podem ser restritos a um pequeno setor.

Toda estrutura deve ser preenchida e este preenchimento não pode ficar "riscado" ao menos em estruturas filamentosas; só fica em branco estruturas ocas.

Para colorir: utilizar cores reais ou as dos processos de coloração pelos quais passou a estrutura observada.

Coloque as legendas nas margens e ligue-as, com linhas sólidas, ao sujeito ou estruturas, de modo que as linhas nunca se cruzem.

Complete o desenho com um título abaixo do mesmo, indicando o aumento, a vista ou ângulo ilustrado e outros detalhes pertinentes. Limite os detalhes e as legendas ao espécime que você observou. Quando outras informações são adicionadas, a fonte de consulta precisa ser citada.

A classificação completa do organismo pode ser colocada no canto superior da página.

Fonte: BOOLOOTIAN & HEYNEMAN. *An illustrated laboratory text in zoology*. 2.ed. Holt, R. e W. Inc. 1969.

Além da gordura armazenada nas células, a membrana visualizada é igual estruturalmente às membranas de todas as células dos seres bióticos identificados, sendo lipoproteicas. Isso mesmo, os lipídios também estruturam os organismos vivos,

92

Fonte: livro DC

- 1) Quais diferenças observadas você citaria nas primeiras seis horas e nas 24 horas finais de reação nos tubos de ensaio?
- 2) Houve mudança de cor no tubo 1? Por quê?
- 3) O que aconteceria se usássemos sucos de frutas fervidos?

Como você pode perceber, os sucos de frutas auxiliam na digestão das proteínas pela ação de enzimas específicas; no abacaxi encontramos a bromelina e no mamão a papaína. Ambas são capazes de desmontar moléculas proteicas dando origem aos seus constituintes, os aminoácidos.

Aprofunde seus conhecimentos...

Li no rótulo de um pacote de amaciantes de carne que ele era feito basicamente de sal. O sal amacia a carne?

Só ligeiramente. Mas se você continuar a ler a lista de ingredientes no rótulo, irá achar a papaína, uma enzima encontrada no mamão verde. É ela que realmente funciona. Aquela sal todo está ali principalmente para diluir e dispersar as quantidades relativamente pequenas da papaína no produto. [...]

As frutas, no entanto, possuem diversas enzimas que têm a propriedade de degradar proteínas e podem ser usadas para amaciar a carne. Dentre elas estão a bromelina do abacaxi, a ficina das figueiras e papaína do mamão. Só que elas não penetram muito e amaciam sobre tudo a superfície, o que não ajuda muito no caso de um bife. Além disso, são destruídas por temperaturas acima de 82 °C, de modo que só são eficientes antes do cozimento.

Fonte: WOLKE, Robert L. *O que Einstein disse ao seu cozinheiro: a ciência na cozinha*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2003.

107

numa versão própria para esta função, os fosfolipídios.

Esta gordura que você observou no interior das células adiposas, oriundas dos alimentos, é considerada uma gordura saturada, pois os carbonos da cadeia de ácido graxo estão unidos por ligações simples. Já os óleos advindos dos vegetais podem ser classificados em monoinsaturados e poliinsaturados (presença de ligações duplas entre carbonos da cadeia de ácido graxo).

Experimento 3 – Podemos verificar o grau de insaturação realizando um teste bastante simples: teste do iodo (índice de iodo). O iodo (solução de cor castanha) é adicionado nas duplas ligações da cadeia do ácido graxo.

Para você poder realizar esse teste, basta adicionar uma mesma quantidade de iodo a amostras de óleos diferentes (óleo de amendoim, girassol, milho, soja, etc.) e estabelecer uma comparação. Quanto menos intensa for a coloração final, maior terá sido o consumo de iodo; portanto, o óleo que ficar mais claro apresenta maior número de insaturações.



Essa verificação nos provoca a atenção para esta característica dos lipídios, uma vez que pesquisas científicas revelam que a ingestão demasiada de saturados provoca

93

Após receberem as instruções de como realizar os experimentos, os alunos os executaram no laboratório da escola, seguindo as recomendações do professor.

Em outro momento apresentaram em sala de aula e discutiram os resultados obtidos com a turma. Já em outra aula, responderam um questionário com dez questões, sendo que as cinco primeiras estavam relacionadas à aprendizagem dos conceitos científicos desenvolvidos nos experimentos e nas quais foram atribuídos valores, enquanto que as cinco últimas envolveram as percepções dos alunos quanto à experimentação contextualizada e interdisciplinar proposta no livro DC. Ressalta-se que os alunos foram convidados a responder estas últimas questões e não obrigados. Desta forma, pretende-se aqui apresentar e discutir as respostas dos alunos que se dispuseram a responder as questões (6, 7, 8 e 9) do referido questionário.

QUADRO 12 – Questões 6, 7, 8 e 9 elaboradas para a pesquisa com os estudantes

	Questões	Objetivos
6	De que forma essa abordagem experimental auxiliou na compreensão do assunto estudado em biologia?	Perceber se o fato dos alunos realizarem os experimentos contribuiu para a compreensão dos assuntos estudados.
7	Em sua opinião, os questionamentos que aparecem no transcorrer dos experimentos, favorecem a discussão dos conceitos químicos e biológicos envolvidos? Explique.	Saber se os questionamentos propostos possibilitaram a reflexão e a discussão dos conceitos.
8	Em sua opinião, a realização de experimentos é algo importante, imprescindível ou desnecessário para o aprendizado? Justifique.	Perceber o grau de importância ou não dos experimentos para o aprendizado.
9	A proposta experimental do livro tem como concepção a interdisciplinaridade (Química e Biologia) e a contextualização (alimentos). Em sua opinião isto é importante, imprescindível ou desnecessário? Justifique.	Constatar se a proposta experimental do livro DC foi percebida pelos alunos.

Fonte: dados da pesquisa, 2014.

As análises das respostas dos alunos para cada questão foram categorizadas conforme a figura 43.

FIGURA 43 – Categorias explicitadas – Proposta Experimental



6.3.1.1 Compreensões da abordagem experimental

De modo geral, as respostas dos alunos para a questão 6 evidenciaram três aspectos: a relação entre a teoria e a prática, a compreensão dos conceitos envolvidos na experimentação e a importância da manipulação e sentimento de diversão possibilitado na realização dos experimentos. As respostas de A1, A2, A6 e A14 anunciaram a importância da **relação teoria e prática**¹¹, e o destaque em negrito exprime os termos utilizados pelos alunos para explicar esta relação: “Vendo os resultados na prática foi **mais fácil o entendimento** de tudo que aprendemos em aulas, pois **aprofundamos** mais nosso conhecimento tendo que **ler e entender** o que estamos fazendo” (A1). “Os alunos podem **ver o conteúdo** na prática, assim tendo uma **assimilação melhor** com matéria” (A2). “Como os resultados foram visíveis nos **ajudou a entender** o que uma coisa que é microscópica, ou seja, não dá para enxergar a olho nu” (A6). No meu caso achei que **auxiliou a melhorar**, pois

¹¹ Destaca-se em negrito as ideias principais encontradas nas respostas dos alunos.

mudou de roteiro, todas as mesmas aulas em sala ficavam cansativas, além disso é **mais fácil aprender** quando você está praticando aquilo (A14).

Percebe-se nas respostas dos alunos que os experimentos proporcionaram um novo olhar para os fenômenos que geralmente são abordados de forma oral pelo professor. As habilidades solicitadas na execução dos experimentos “movimentaram” a atenção dos alunos para outros fazeres e saberes, oportunizando a desconstrução de hipóteses e criando um espaço para busca de explicações para o fenômeno observado, permitindo novas aprendizagens.

Neste sentido as atividades experimentais permitem a articulação entre os fenômenos e as teorias, viabilizando uma relação entre o fazer e o pensar. Assim sendo, pode-se declarar que por meio da relação teoria-experimento é possível a participação efetiva dos alunos na explicação de um fenômeno, testando a capacidade de generalização e de previsão desta teoria, e conferindo à experimentação no ensino um caráter investigativo (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010).

Outro ponto a destacar é que os alunos participaram ativamente desde a organização dos materiais até a execução dos experimentos. A maioria não havia realizado experimentação antes, nem mesmo nas aulas de Química, e quando desafiados se posicionaram frente aos assuntos anteriormente abordados pelo professor em sala de aula, e então puderam observar como as reações acontecem na prática. Nas respostas apresentadas a seguir constata-se que os alunos expõem a **compreensão dos conceitos**: “Ajudou a **compreender** como as reações químicas atuam em nosso corpo e são essenciais para as nossas vidas e funcionamento de nossos corpos” (A3). “A abordagem experimental nos ajuda a **compreender** melhor por que nós estávamos vendo as reações químicas. Tem algumas coisas que em sala de aula são um tanto confusas de entender e através de experimentos foram esclarecidas e puderam ser melhor entendidas” (A10). “Esses experimentos nos ajudaram, observando como ocorrem essas reações” (A11). “Na prática ajudou a **compreensão** das reações e as substâncias utilizadas, e revelou curiosidades, como a quantidade de açúcar ser maior na coca-cola, do que no leite condensado” (A15). “Podemos **entender** como as enzimas presentes em nosso corpo realizam as reações necessárias para a melhor absorção de nutrientes” (A8).

As falas dos alunos manifestam como a compreensão dos fenômenos foi possível, por meio da observação e da constatação das reações químicas apresentadas na experimentação. Concorde-se aqui com Rosito (2000, p. 197), quando afirma que “as atividades experimentais não devem ser desvinculadas das aulas teóricas, das discussões em grupo e de outras formas de aprender”. É preciso que o que foi apresentado em aula e no laboratório se complementem.

As respostas dos alunos A4, A7, A9, A12 e A13 anunciam **a importância da manipulação**: “É que mais fácil entender olhando e analisando os resultados a sua frente do que escutar o professor falando e tentando imaginar” (A4). “Se torna mais fácil de compreender, pois podemos ver melhor o resultado e entender melhor o processo (A12). Novos conhecimentos: Fazendo experimentos no laboratório, descobrindo novos resultados...” (A7). E o **sentimento de diversão**: “Ajudou a melhorar o raciocínio por que quando se faz experimento é mais divertido bem mais legal do que aula em sala” (A9). “Facilita mais, pois se torna mais divertido, interativo. Além de ver na prática o que o professor fala” (A13). A execução dos experimentos proporcionou outras habilidades que envolveram a manipulação das vidrarias, a observação do processo e dos resultados e a diversão como uma forma de interação entre aluno-aluno, favorecendo o envolvimento dos alunos como protagonistas deste aprendizado, reiterando que “em todas as observações são as teorias que possibilitam uma interpretação e não o contrário” (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004, p. 327).

6.3.1.2 Na dinâmica da experimentação: a relevância dos questionamentos

Uma das características favoráveis da experimentação é o diálogo proporcionado entre os alunos, verificado através dos questionamentos, do professor e da própria observação do experimento. Então surgem as explicitações do conhecimento do aluno por meio das argumentações e problematizações do ocorrido, favorecendo a identificação das concepções prévias, permitindo a interpretação do fenômeno observado a um nível mais teórico, partindo do que o aluno já sabe.

Diante das respostas para questão 7 foi possível perceber que os questionamentos provocaram a leitura, a curiosidade e a reflexão, atitudes positivas para a aprendizagem, indicando a importância da leitura e da reflexão nos

entendimentos do experimento. As respostas dos alunos A1, A4, A6, A10, A11 e A15, elucidaram a **conexão entre questionamento, reflexão e leitura**: “as questões buscam respostas específicas que nos fazem **ler e reler e pensar** no que foi feito no experimento para ter uma boa resposta” (A1). “**ajudam a questionar e refletir** sobre os resultados e procedimento” (A4). “as perguntas fazem-nos **questionar** sobre os resultados, forçando-nos a pensar” (A6). “por que são justamente as dúvidas que mais nos fazem **pensar** e nos deixam curiosos com o porquê de aquilo ocorrer. São através das dúvidas e questionamentos que temos de saber mais e ir atrás do resultado” (A10). “Favorecem, pois com o professor explicando, surge uma dúvida, nós perguntamos e então entendemos melhor o que e como fazer. Além de **comprendermos** melhor” (A11). “pois com o questionamento vem perguntas com perguntas vêm respostas e com respostas vem **aprendizado** que fica mais fácil de aprender” (A15).

As respostas dos alunos A2, A3, A7, A8, A13 e A16, expressam a **relevância do experimento no aprendizado dos conteúdos** abordados em sala de aula: “o aluno procura saber o conteúdo para descobrir se o experimento está certo” (A2). “por que quando descobrimos. Falamos algo em uma discussão é muito mais fácil de se lembrar e aprender por essa participação” (A3). “entendendo a reação e respondendo as questões consegue-se memorizar melhor o assunto estudado” (A7). “por que aprendemos sobre cada um deles e vemos para que serve e aonde encontramos esses elementos que estão presentes em nosso dia a dia” (A8). “pois debatendo o assunto podemos entender o assunto de uma forma a qual o assunto se fixe mais em nossa mente” (A13). “Ajuda a melhor explicação, sobre os experimentos realizados” (A16).

É possível constatar nas respostas a necessidade de ler, reler, pensar e discutir para se chegar a uma conclusão sobre o questionamento proposto na experimentação. Os questionamentos provocaram atitudes de busca e participação, seja através da leitura, da discussão ou do confronto de ideias. Nessa perspectiva o conhecimento expresso pelos estudantes em uma experimentação sempre é um indicativo de aprendizagem, pois se constitui de uma forma do professor conhecer o que os alunos pensam e como articulam as ideias sobre aquele fenômeno e como se apropriam dos discursos da ciência.

6.3.1.3 A Experimentação como algo importante para o aprendizado

A experimentação, conforme já foi apresentado aqui promove aprendizagens, e Stuart (2014) apresenta que sendo um recurso pedagógico, a experimentação contempla diversas habilidades, principalmente as cognitivas. Partindo dessa premissa, a questão 8 tinha como objetivo perceber o grau de importância ou não dos experimentos para o aprendizado dos alunos. A constatação encontrada nas respostas dos alunos é de que existe uma relação entre a realização da experimentação e o aprendizado. As justificativas apresentadas nas respostas de A2, A3, A6 e A8 pontuam aspectos consideráveis e que foram destacados em negrito: “é **uma forma** de aprendizado assim como tem pessoas que lendo livros, outras se dariam melhor na matéria com esse tipo de aula prática” (A2). “pois a **prática facilita** muito mais o aprendizado do que apenas teoria” (A3). “os resultados que não conseguimos ver, se **mostram** visíveis nas experiências” (A6). “É algo muito importante, por que o melhor jeito de **aprender é experimentando e fazendo** por nós mesmos sem dúvida é difícil de esquecer das aplicações práticas que nós mesmos fazemos e verificamos” (A8). “É importante, pois **facilita em muito** o entendimento” (A5). Essas constatações também reportam ao desenvolvimento da autonomia do aluno e ao sentimento de confiança na capacidade de realizar o experimento.

Verifica-se que nas respostas de A11, A13, A14 e A15 a importância da experimentação está no entendimento da teoria, na observação do fenômeno e na diversificação das aulas, tornando-as mais atrativas e menos monótonas. Algo significativo também é o fazer, pois o fato do aluno poder manipular, vivenciar aquela experimentação, constitui-se uma marca na sua aprendizagem: “É algo importante, pois nos **ajuda a entender** o assunto de uma forma melhor e com menos tensão” (A11). “pois ajudou no **aprendizado** por que **saiu da rotina** (A13). Importante. Primeiramente para uma melhor concentração e para sair da rotina básica do livro do escolar, é bom para um **aprendizado prático** e não somente teórico (A14). “Importante, pois **ajuda a entender** a biologia na prática (A15).

Nas respostas dos alunos A4 e A7 encontram-se explícitas as ideias bem pontuais quanto ao assunto abordado, alimentos: “Ajuda a provar e ver o que realmente acontece com as reações químicas que há em nossos corpos e como os alimentos ajudam nestas” (A4). “É importante para compreensão do funcionamento

do organismo. Muitas vezes, ajuda até a adotarmos hábitos mais saudáveis por entender o que alimentos ruins poderiam causar” (A7). Na A7 identifica-se um posicionamento frente às escolhas de um cidadão, sendo um dos propósitos do livro DC; na A4 o aluno relaciona a importância dos alimentos com os conteúdos tratados em sala de aula.

Em sua resposta, o A9 relaciona a realização de experimentos com uma qualidade de um bom professor: “Em vez de só ter teoria que não pode faltar é claro, mas o bom professor de biologia é aquele que de vez em quando faz uma aula no laboratório para fazer e observar os resultados obtidos” (A9). Ainda é possível verificar nas respostas de A10 e A12 que a experimentação não é algo que o estudante considera fundamental, tendo em vista que uma boa aula teórica também alcançaria os mesmos resultados: “Importante, mas não necessário, ajudam o aluno a entender o assunto, mas uma boa aula teórica também chega lá” (A10). “Não é obrigatório, todavia ajuda a deixar o conhecimento mais instigante mais legal mais prático” (A12). Os relatos apresentados nessas respostas concordam com Hodson (1989), que entende que existem outras formas de promover a aprendizagem, como: estudos de caso, uso de vídeos e jogos, pequenas pesquisas, entre outros, e estas podem ser mais eficazes do que a experimentação.

6.3.1.4 A Relevância da Experimentação Contextualizada e Interdisciplinar

Quando os alunos foram questionados sobre a proposta experimental do livro DC, a maioria considerou importante a experimentação contextualizada e interdisciplinar, explicitando a relevância dos conhecimentos apresentados em cada uma das áreas. As respostas dos alunos A1, A13, A14 e A15 delimitaram o objeto de estudo da Química e da Biologia: “Importante, pois entendemos melhor a todos os processos químicos e biológicos com eles por testarmos os experimentos entender a ação dos reagentes e entender melhor o funcionamento do organismo e das coisas cotidianas relacionadas a processos biológicos” (A1). “É importante pois mostra que nenhuma disciplina pode ter total eficiência trabalhando sozinha” (A13). “É importante, pois permite conhecer mais sobre algo do cotidiano (alimento) através da biologia (ajuda a entender o que esse alimento vai influenciar nosso corpo) e como que isso ocorre (química)” (A14). “Na vista do professor o livro pode ser mais fácil, pois ele pode apenas falar respondam tal coisa e me entreguem, mas no ponto

de vista dos alunos a prática principalmente com alimentos ajudou na melhora dos estudos e acho que foi importante” (A15).

Nas respostas de A3, A4, A5, A6 e A7 pode-se inferir que o contexto abordado no livro foi percebido pelos estudantes, considerando-o positivo para o entendimento do cotidiano: “importante situa-nos sobre quais alimentos são necessários para um bom funcionamento de nossos corpos (A3)”. “[...] é importante, pois são coisas que estão ao nosso redor (A4)”. “é importante por que nos ajuda a compreender as coisas do nosso dia a dia e também os assuntos de diferentes matérias da escola (A5)”. “importante a globalidade e assimilação com coisas do cotidiano realmente aumenta a compreensão (A6).” “na vista do professor o livro pode ser mais fácil pois ele pode apenas falar respondam tal coisa e me entreguem, mas no ponto de vista dos alunos a prática principalmente com alimentos ajudou na melhora dos estudos e acho que foi importante (A7) ”.

A contextualização dos conteúdos é preconizada pelos documentos oficiais como a Lei de Diretrizes e Bases (1998) e as Diretrizes Curriculares Nacionais (2013). Tem consequência direta no aprendizado do estudante, pois insere em situações cotidianas o uso das substâncias e suas implicações. Vale ressaltar que a inserção do cotidiano no ensino não pode ser encarada como uma simples menção, apresentando onde se encontram aquelas substâncias ou onde aparece aquele fenômeno, mas buscando problematizar, dentro de um olhar diferenciado e não reducionista sobre o cotidiano, procurando extrair dele suas características comuns, corriqueiras para estudo mais complexo embasado em conhecimentos sistematizados (LUTFI, 1988; 1992).

Nas próximas respostas se observa que os estudantes entenderam o sentido mais amplo da interdisciplinaridade apresentada no livro: o diálogo entre as áreas de Biologia e Química. “é importante, pois mostra que nenhuma disciplina pode ter total eficiência trabalhando sozinha (A8)”. “para mim seria importante, pois a química e a biologia fazem parte da nossa vida junto com alimento (A9)”. “é necessário por que é mais um jeito científico de começar a ver as coisas (A10)”. “é importante, pois ajuda a entender duas matérias que não se podem ver (A11)”.

Considerando que os contextos são muitos e que para dar conta os conteúdos de Química são insuficientes, se faz necessária a inserção de conceitos de outras áreas do conhecimento, conforme explicitado por Silva; Machado; Tunes (2010, p. 245) “esse novo olhar sobre as atividades experimentais proporciona uma

visão mais ampla dos fenômenos, revelando a complexidade da vida moderna e possibilitando a diversidade de abordagens”.

6.3.2 Percepções dos alunos: aplicação da proposta do livro DC em 2015

No ano de 2015 a proposta experimental do livro DC foi aplicada novamente em três turmas do 1º ano do Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio. Participaram 107 alunos, nas aulas de Biologia. Desta vez a professora estava desenvolvendo em sala de aula os conteúdos relacionados com os conceitos das biomoléculas: lipídios, carboidratos e proteínas. Os experimentos realizados proporcionaram a visualização dos lipídios ao microscópio e a identificação dos carboidratos e proteínas nos alimentos. No quadro 12 apresenta-se o relato da professora sobre os experimentos realizados.

QUADRO 13 – Relato da professora de Biologia sobre os experimentos realizados

Os experimentos do livro DC foram aplicados em três turmas do 1º ano do Ensino Médio (Curso Técnico em Informática e em Química) em março de 2015. Primeiramente foi realizado o estudo teórico sobre a composição química das células. Assim, os alunos chegaram ao laboratório com um conhecimento prévio do cotidiano já organizado e com conceitos teóricos elaborados. Eles sabiam que a prática abordaria esse tema. Ao chegarem no laboratório receberam um roteiro de aula prática individual e sentaram-se ao redor de cinco mesas que foram os grupos de trabalho.

O primeiro experimento foi a observação da estrutura celular de lipídios com um pedaço de toucinho. Os alunos apresentaram um pouco de dificuldade para cortar um pedaço fino e focar o microscópio. Esse foi o segundo momento que eles manipulavam um microscópio, foi compreensível a dificuldade. Os comentários após visualização foram de espanto porque nunca haviam visto uma célula e também de nojo porque relacionaram com os lipídios dos seus corpos. Solicitei que realizassem um desenho sobre a visualização e eles ficaram inseguros em relação a isso.

O segundo experimento foi a identificação de alimentos que possuem amido. Realizamos o teste com leite, batata, bolacha salgada e banana. A banana e a bolacha foram os que mais geraram discussão e curiosidade nos alunos, eles procuraram olhar os outros grupos para ver se tinham feito corretamente e como estava o dos colegas. Eu interfi com explicações para esclarecer as dúvidas. Eles responderam quais alimentos apresentaram amido e o que se observava em comum entre eles.

O terceiro experimento foi mais rápido, tanto para fazê-lo como para compreendê-lo. Os alunos observaram um pedaço da batata do experimento anterior, com iodo, no microscópio. Ficaram admirados em ver os grãos de amido e relacionaram a forma da célula da batata com a forma da célula do toucinho, conceito aprendido em sala de aula que eles trouxeram para a prática. Eles procuraram colocar os outros alimentos no microscópio e aí perguntas surgiram. Precisei lembrá-los que a bolacha não é formada por células. Também registraram com desenho.

O último experimento foi a identificação de alimentos que possuem proteínas e os alunos demonstraram uma preocupação em acertar as quantidades e fazer tudo certo, por isso, preferi orientá-los oralmente, não apenas com o roteiro escrito, e fazermos todos os grupos juntos, ao mesmo tempo. Eles adoraram as cores, azul e roxo, conversaram entre eles sobre quais alimentos possuíam proteínas e como chegaram nessa conclusão, que eram duas perguntas do roteiro. Compararam seus tubos de ensaio entre os grupos. Terminamos a aula prática com o compromisso e a curiosidade deles em saber quais proteínas estavam na clara do ovo e no leite.

Fonte: dados da pesquisa, 2015.

Após a realização dos experimentos os alunos foram orientados pela professora a responderem quatro questões.

QUADRO 14 – Questões 1, 2, 3 e 4 elaboradas para a pesquisa com os estudantes

	Questões	Objetivos
1	De que forma essa abordagem experimental auxiliou na compreensão do assunto estudado em Biologia?	Perceber se a abordagem experimental auxiliou na compreensão dos assuntos estudados.
2	Em sua opinião, os questionamentos que aparecem no transcorrer dos experimentos, favorecem a discussão dos conceitos químicos e biológicos envolvidos? Explique.	Saber se os questionamentos propostos contribuem para a discussão dos conceitos.
3	Em sua opinião, a realização de experimentos é algo importante, imprescindível ou desnecessário para o aprendizado? Justifique.	Perceber se a realização de experimentos é importante para o aprendizado.
4	Considerando os experimentos que você realizou o que você aprendeu sobre os lipídios, os carboidratos e proteínas?	Conhecer como a aplicação da proposta articulou a aprendizagem dos conceitos

Fonte: dados da pesquisa, 2016.

O questionário objetivou principalmente entender a relação entre a experimentação e o aprendizado. Desta forma as cinco categorias encontradas estão interligadas, explicitadas na figura 44.

FIGURA 44 – Categorias encontradas a partir das quatro questões aplicadas com os alunos do contexto C - 2015.

6.3.2.1 Relação entre Teoria e Prática

Esta categoria interliga as questões 1 e 3, onde os alunos explicitaram a relação entre a teoria que é apresentada em sala de aula com a prática no laboratório. Para estes alunos a observação dos fenômenos ligada à visualização é considerada importante na compreensão dos conceitos e conseqüentemente gera o aprendizado. As respostas dos alunos A1, A2, A3, A5, A33, A50, A54, A56, A83, A97 e A99 são algumas das que associaram a ideia da prática muito mais conectada com aquilo que se experencia, no fazer do aluno, na visualização, na observação e na reflexão sobre o fenômeno, correlacionado com as teorias apresentadas pelo professor. É possível evidenciar isto nos verbos e termos utilizados pelos alunos, destacados em negrito, para explicar de que forma a abordagem experimental os auxiliou na compreensão dos assuntos estudados e a relação com o aprendizado.

“Ajudou a **ilustrar o assunto** que vimos na sala, fazendo que **reparássemos em detalhes** que aparecem somente na prática” (A1).

“Ela ajudou para **compreender melhor** a matéria colocando em prática o que você aprendeu em sala, pois assim fica mais fácil de gravar o conteúdo” (A2).

“Nos ajudou a **compreender** por meio de uma aula prática, as aulas teóricas que tivemos” (A3).

“As aulas no laboratório ajudaram a **entender melhor** e colocar em prática os experimentos que aprendemos nas aulas teóricas” (A15).

“Possibilitou a **compreensão** do estudo na prática, melhor visualização” (A33).

“Auxiliou na **compreensão** do assunto, pois podemos aprender na forma pratica aquilo que aprendemos em sala e assim ver as coisas acontecendo” (A50).

“Experimentos **auxiliam** pelo fato de ser algo prático, algo que aprendemos fazendo” (A54).

“As vezes a teoria não fica bem clara, mas quando há um experimento prático, **vendo os processos acontecerem** fica mais claro” (A56).

“Em sala de aula, aprendemos apenas as teorias, já no laboratório temos uma **experiência prática**, o que completa muito mais o assunto” (A83).

“Nos ajuda a **entender** melhor o assunto que foi estudado em sala, conseguimos presenciar aquilo que até então, apenas ouvíamos e liamos” (A97).

“Foi ótimo ver na prática o que aprendemos na teoria, foi uma experiência única, **poder tocar e ver de perto tudo isso**” (A99).

Concorda-se com Gonçalves; Comarú (2017, p. 125) quando defendem uma experimentação que fortaleça a relação teórico-prática, pois “os conceitos ensinados e suas contextualizações são teórico-práticas, e que, portanto, não há como reduzi-

los à teoria somente, nem como negar a relação desses conteúdos a ações práticas do cotidiano”.

6.3.2.2 Aprendizado

Esta categoria foi evidenciada nas questões 1, 2 e 3, salientando os avanços na aprendizagem, o protagonismo do aluno e a discussão proporcionada durante a experimentação que promove o aprendizado. A8, A10, A66 e A75 são respostas da questão 1 e indicam que a experimentação promoveu avanços na aprendizagem, destacados em negrito:

“Auxiliou, pois, **aprofundamos os conhecimentos** teóricos que arquitetamos na aula” (A8). “Através da aplicação de substâncias orgânicas dos seres vivos como o amido (carboidrato), proteína animal e vegetal (reagentes) no experimento no laboratório. A aplicação ajudou **a fixar e reconhecer** os assuntos e conceitos de biologia” (A10). “Acho que quando ficamos só lendo o livro, temos uma pouca visão sobre o que acontece, não pela falta de informações no livro. Então na prática, vemos o que realmente é, **ampliando nossa visão**” (A66). “Auxiliou na compreensão do assunto, porque ficar na sala ouvindo nomes das coisas é como acontecem é apenas decorar e não aprender, a aula prática **ajuda a aprender como acontece**” (A75).

Já A36, A37 e A39 são respostas da questão 2 e reforçaram a ideia de que os questionamentos promovem a discussão do conhecimento e conseqüentemente o aprendizado:

“Sim, pois nos fazem **buscar pela resolução e criar um ponto de vista**, podendo compartilhar nossa opinião com outros alunos e discutir sobre isso, assim chegando em alguma conclusão e até mesmo **aprendendo uns com os outros**” (A36). “Sim, porque quanto mais questionamentos, mais aprendizagem e assim mais conhecimento obtido” (A37). “Sim, os questionamentos nos fazem pensar nos conceitos químicos e biológicos e assimilar eles com a realidade” (A39).

As questões propostas na experimentação estão relacionadas ao fenômeno estudado, e como estão inseridas dentro de um contexto de discussão, possibilitam a aprendizagem. De acordo com Gonçalves; Comarú (2017, p. 126) constitui-se uma perspectiva realista que “auxiliaria numa releitura de todas as relações supracitadas – motivação, investigação, ampliação do conhecimento, contextualização e novos questionamentos – num ciclo de aprendizagem”.

Em suas respostas à questão 3, A11, A13, A65, A66, A68, A69 e A71 apresentaram o protagonismo do aluno na experimentação:

“Importantes, pois quando **o aluno recebe** o conhecimento, **reconhece e aplica** de alguma forma tal experimento no laboratório, **ele coloca em prática** o assunto, demonstrando e fortificando, fixando a aprendizagem” (A11). “Importantes, pois consegui entender o assunto em sala de aula, porém, com a aula prática consegui relacionar ao dia a dia (A13). “Importantes, além de ser um modo mais legal de aprender, é também o que **nós alunos fazemos uma grande parte**” (A65). “São importantes, pois uma diferente **maneira de estudar participando** nos experimentos ajuda bastante no aprendizado” (A66). “Foram importantes porque nos ajudam a ir mais fundo no assunto e nos estimulando a curiosidade, pois podemos **ver que somos capazes de fazer** algo diferente e divertido” (R68). “Imprescindíveis, porque as “bases moleculares da vida” são coisas que não vemos a olho nu. A aula prática ajuda muito na aprendizagem, apenas aula teórica não basta, é muito exaustivo e não dá para entender bem a composição e etc.” (A69). “Imprescindível. É uma forma de manter o assunto para a vida toda na cabeça. Aulas em sala, teóricas, são **maçantes e chatas**, isso faz as aulas práticas serem ótimas” (A71).

Gonçalves; Comarú (2017, p. 126) afirmam que a experimentação desenvolve potencialmente “a mudança de postura com a participação ativa nas aulas; o papel de direcionar maior responsabilidade frente a aprendizagem; a conexão entre aluno e professor de forma prazerosa e dinâmica na facilitação do aprendizado”. Esta afirmativa foi evidenciada nas respostas de A65 e A71, destacadas em negrito. O protagonismo do aluno favorece a aprendizagem, pois envolve compreensão, ampliação correlação e reflexão dos conceitos promovidos na experimentação.

6.3.2.3 Compreensões e entendimentos

Esta categoria surgiu nas questões 1, 2 e 3 e os alunos associaram a experimentação com os entendimentos e as compreensões do contexto abordado, evidenciadas nas respostas da questão 1. Os alunos A2, A36, A39, A41, A43 e A63 responderam da seguinte forma:

“Me ajudou a **entender melhor**, pois com os experimentos e a explicação que foi dada consegui ver as reações e conforme os resultados entender o que tem nos alimentos” (A2). “Os experimentos ajudaram bastante na **compreensão** do assunto, tivemos oportunidade de ver como as coisas acontecem e compreendê-las melhor” (A36). “A forma experimental ajudou a observar as reações na prática e fazer a ligação com teoria **entendendo** o porquê cada reação aconteceu” (A39). “Ajudou a ver mais de perto e **entender melhor** como funcionam os alimentos” (A41). “Ela ajudou porque quando você vê acontecendo na sua frente, quando você consegue praticar e criar algo dinâmico fica muito simples de **aprender e compreender** as reações e as mudanças ocorridas” (A43). “Quando a aula é pratica, há uma **compreensão** maior do conteúdo, auxiliou quando vemos os carboidratos e os lipídios pelo microscópio” (A63).

No entanto, nas respostas da questão 2, os alunos A33, A35, A49, A62, A63 e A82 correlacionam os questionamentos com o entendimento do experimento, destacado em negrito:

“Sim, as dúvidas e questionamentos levam a discussão, fazendo com que haja **esclarecimento** da mesma por explicações e logo o **entendimento** do conceito” (A33). “Sim, para se ter uma discussão é necessário ter um assunto em pauta e é isso que a prática faz de melhor, coloca **assuntos em pauta**” (A35). “Favorecem, porque eles fazem com que a gente **pense e explique** o que está ocorrendo” (A49). “Sim, ao discutir os conceitos aprendemos coisas que não sabíamos, e acabamos sem querer **ensinando o que a gente sabe**” (A62). “Favorecem, pois discutimos muito sobre que **tipo de proteína** tinha em certa substância” (A63). “Sim, por exemplo podemos ver que os alimentos que possuem **carboidrato mudam de cor com o lodo**” (A82).

Já A20, A21, A22, A23 e A26 em suas respostas à questão 3, associaram a compreensão dos assuntos abordados em sala de aula, no sentido de complementariedade, destacados em negrito:

“Importante, pois ajudou a **compreender** o assunto dado em sala” (A20). “Foram importantes, pois auxiliou nas dúvidas existentes sobre o tema, que foram respondidas pela aula no laboratório” (A21). “Importantes, pois **colaborou** com o nosso aprendizado, e podemos testar e comprovar o que aprendemos em sala” (A22). “Foram importantes para o meu aprendizado e me ajudaram a **entender** o assunto” (A23). “Importantes, pois conseguimos ter uma visão mais ampla dos assuntos abordados em sala e colaborou para um **melhor conhecimento** sobre o assunto” (A26). Percebe-se que a experimentação para o aluno é entendida como um complemento das aulas teóricas, onde possa comprovar e compreender as explicações do fenômeno estudado.

6.3.2.4 Reflexão e aprofundamento

Esta categoria é constituída pelas respostas da questão 2. Os alunos A4, A20, A23, A26, A27 e A28 evidenciam a relação dos questionamentos com o aprofundamento do conhecimento:

“Nos levaram a fazer mais questionamentos, nos **aprofundando** mais nos assuntos, levando a mais conhecimento” (A4). “Sim, pois após os testes já se foram discutidos entre alunos e professor os resultados, desde como era para acontecer, até o porquê nossa experiência nos grupos deu errada” (A20). “Sim, pois com essas questões **dialogamos e entendemos** melhor como funciona a prática” (A23). “Favorecem. Essas discussões foram exatamente para a **explicação** de que havia sido feito até tirar mais dúvidas em relação a mesma” (A26). “Favorecem, pois acabam abrindo portas para mais perguntas, **gerando um conhecimento maior**” (A27). “Sim. Pois o aluno começa a **ter curiosidade e a gostar de aprender** o assunto e vai querer descobrir mais” (A28).

Já A46, A58, A93, A96 e A97 correlacionam com a reflexão do conhecimento proporcionada pela experimentação:

“Pois assim o aluno **pensa** no que aconteceu para responder os questionamentos” (A46). “Favorecem, pois fazem você refletir o que acabou de fazer” (A58). “Sim, porque muitas coisas eram complexas e as perguntas nos fizeram **pensar, pesquisar e discutir** sobre o assunto” (A93). “Sim, favorecem, pois nos faz questionar como aquilo ocorre, o motivo, nos ajuda a raciocinar no contexto do assunto” (A96). “Sim, nos ajudam a **compreender melhor** e tirar nossas dúvidas” (A97).

6.3.2.5 Dinamismo e diversão

Nesta categoria os alunos destacaram que a experimentação tornou a aula mais dinâmica e divertida. A experimentação promove a interação, o diálogo e a observação, proporcionando atitudes mais ativas dos alunos e fazendo com que deixem de ser expectadores de aula, tornando a aula mais atrativa e divertida. As respostas de A11, A23, A42, A61 e A74 correlacionam a experimentação a uma nova metodologia, que desperta o interesse do aluno:

“Para o entendimento, como um **novo método de ensino** e como dinâmica para fugir da aula padrão” (A11) “Me ajudou a entender como funcionam as proteínas e os lipídios é uma **maneira mais divertida e diversificada** de estudar” (A23). “Deixando ela um **pouco mais dinâmica**, mostrando o que vimos na teoria acontece na prática” (A42). “Ajudou, pois por ser um **método diferente de ensino** acaba chamando mais atenção do aluno fazendo o **mesmo se interessar** mais” (A61). “Isso me fez ter um **interesse maior** por que ao invés de ficar na sala nós fomos ter uma aula realmente interessante” (A74).

6.3.2.6 Conceitos de lipídios, carboidratos e proteínas movimentados na experimentação realizada

A questão 4 objetivou conhecer como a aplicação da proposta articulou a aprendizagem dos conceitos. Neste sentido foram evidenciadas respostas que relacionaram o contexto no qual estas substâncias estão inseridas. As respostas de A2, A3, A4, A6 e A27 refletem os conhecimentos adquiridos mediante as leituras e discussões em sala de aula, além das vivências dos alunos.

“As proteínas são formadas por muitos aminoácidos e presentes em alimentos como clara de ovo e o leite. Que os carboidratos estão nas plantas e também em alimentos como batata e bolacha” (A2). “Tem como separar proteínas dos alimentos e observamos que os carboidratos com exceção do mel são de origem vegetal” (A4). “Os lipídios são insolúveis em

água, pois são apolares e podem ser utilizados por nosso corpo como fonte de energia extra e em excesso podem causar doenças. Carboidratos fonte de energia. Proteína acelera os processos metabólicos em nosso corpo” (A3). “Que podem tanto me ajudar na saúde se alimentando de forma correta, quanto pode prejudicar comendo de uma forma excessiva” (A6). “Os lipídeos são apolares não são solúveis em água e no geral fazem mal; Carboidratos é a nossa principal fonte de energia; Proteína ajuda na produção de cabelo, unhas e é formada de aminoácido” (A27).

Outro aspecto explicitado é a relação do conceito com as explicações evidenciadas na experimentação. Os alunos A11, A15, A26, A38, A40, A47, A55, A72 e A73 utilizaram as observações e as discussões dos experimentos na elaboração dos conceitos.

“Apresenta estrutura mais circular, era uma gordura sólida. Carboidrato: o amido reagiu com os outros reagentes de forma que o leite não possui amido, pois não muda de cor (reação). Percebeu que as proteínas vegetais reagiram com os outros reagentes, já a animal não apresentou cor preta (reação)” (A11). “Aos carboidratos foi adicionado iodo e ficaram pretos, pois continham amido. As proteínas são de origem animal e colocamos algo nela e ela acabou ficando roxa ou lilás” (A15). “Aprendi que alguns desses mudam na presença de outras substâncias, que podemos separar as proteínas dos alimentos e que os carboidratos, com exceção do mel são de origem vegetal” (A26). “Aprendi que, ao adicionarmos iodo em substâncias com amido, elas ficarão com uma coloração roxa ou preta e que os alimentos que no caso possuíam amido eram a batata, a bolacha e a banana” (A38). “Que cada um reage de forma diferente ao Iodo e ao Éter, que cada um tem uma composição extremamente diferente, o que influencia em sua consistência, na forma como reagem e até no gosto” (A40). “Lipídios: quando olhamos no microscópio, as células são mais redondas; Carboidratos quando estão em contato com Iodo se tornam roxas ou pretas aonde tem o amido; sulfato de cobre e hidróxido de sódio em contato com proteínas adquirem tonalidades rosa ou roxo; a clara de ovo é uma proteína” (A47). “As proteínas aprendi sobre as que são presentes no ovo e leite que até aquela hora não sabia; Carboidratos sobre a reação quando entram em contato com o Iodo; Lipídios sobre como eles são realmente vistos de perto” (A55). “Que o tocinho é um lipídeo, que a proteína em contato com o produto que usamos mudará de cor, que o carboidrato reagia com o Iodo” (A72). “As mudanças de cor para descobrir se era um carboidrato ou proteína. Desnaturação e mais coisas” (A73).

Além disso, os alunos ainda pontuaram os conceitos utilizando as propriedades químicas e físicas, a ocorrência destas substâncias e a sua fisiologia:

“Lipídios – apolares insolúveis em água, isolantes térmicos, lipídios ruins de origem animal; Carboidratos – Amido, açúcar, energia rapidamente absorva, encontrada em seres vegetais; Proteínas – Principalmente atuam nos músculos e tecidos musculares (cardíaco, liso ou esquelético), encontrado em animais” (A19). “Proteínas podem ser desnaturadas (alteradas as estruturas); Lipídeos são solúveis em certas substâncias, não em todos os carboidratos estão sempre presentes nas plantas e ou alimentos de origem vegetal em sua grande maioria” (A25). “Lipídios são gorduras compostas por uma molécula de álcool e uma, duas ou três moléculas de ácidos graxos, atuam em diversas funções no corpo; Carboidratos são de origem

vegetal e reagem ao lodo; Proteínas são essenciais para o bom funcionamento do organismo, podem ser encontrados nos alimentos de origem animal” (A32). “Lipídeos, carboidratos e proteínas são compostos orgânicos que reagem de maneira diferente, na experiência e também no nosso corpo. Os lipídeos têm função estrutural, são reserva de energia e bons isolantes térmicos. Carboidratos têm função energética e estrutural e as proteínas estruturais” (A33). “Lipídios são as gorduras, ceras, esteroides..., Carboidratos, podem ser açúcares ou também glicídios. E o nosso corpo queima primeiro os carboidratos e depois as gorduras, portanto em processo de emagrecimento é recomendado que não se coma muitos carboidratos” (A45). “Lipídeos – São as gorduras que de certa forma armazenam energia, eu vi que o óleo é um lipídeo, insolúveis em água; Carboidratos são a principal fonte de energia e estão presentes nas plantas; Proteínas – ajuda na formação de músculos e são encontrados em animais” (A63). “Os lipídeos são as gorduras, não dissolvem; os carboidratos são açúcar, são energia, são abundantes nas plantas. As proteínas são abundantes nos animais, se desnaturam, com exceção das enzimas, que são proteínicas, mas não mudam sua estrutura espacial, apenas para de funcionar” (A81). “Que lipídeos são óleos e gorduras, há alguns lipídeos que são essenciais: os ácidos graxos, que são lipídeos que não conseguimos produzir. Os carboidratos são a principal fonte de energia e papel estrutural. E as proteínas constituem o citoesqueleto que dá forma as células” (A88).

6.3.2.7 Constatações do contexto C

Mediante os dados apresentados nos questionários do contexto C, é possível constatar que os alunos entendem que a experimentação privilegia momentos mais dinâmicos de aula, pois proporciona a participação efetiva por meio de discussões e explicações para o fato observado. Esta constatação é explicitada quando os alunos enfatizam a importância da relação teoria e prática, como algo que precisa constituir o fazer pedagógico do professor, pois as observações, a manipulação do experimento, a contextualização dos conteúdos e o diálogo são imprescindíveis para a aprendizagem. Rosito (2000, p. 197) salienta que experimentação promove maior interação entre o professor e os alunos, viabilizando “a oportunidade de um planejamento conjunto e o uso de estratégias de ensino que podem levar a melhor compreensão dos processos das ciências”. Neste sentido Galiuzzi; Gonçalves (2004, p. 328) pontuam que

A dicotomia entre teoria e prática é criticada por Wellington, porque os experimentos são sempre dependentes de alguma teoria. Não são realizados no “vácuo teórico”, isto é, as predições, observações e inferências são sempre originadas a partir de uma teoria. Portanto, em todas as observações são as teorias que possibilitam uma interpretação e não o contrário. É preciso aprender a observar, porque toda observação é feita a partir das teorias do observador, mesmo que implícitas.

No caso dos experimentos realizados, a visualização no microscópio de células adiposas, por si só não desperta muita atenção, adquirindo assim um caráter informativo. Contudo se esta experimentação for planejada considerando um contexto de vivências, o conhecimento prévio dos alunos e a interdisciplinaridade, possibilitará o envolvimento e discussão de vários detalhes que despertam o interesse. A curiosidade e o interesse também foram citados nas respostas, e são atitudes que se pretende desenvolver nas aulas com vistas ao aprendizado. Dessa forma, se pode afirmar que a realização dos experimentos foi significativa, enquanto espaço de mobilização de ideias, de pensamentos, de constatações, de entendimentos, de conflitos, de discussões e contextualizações.

Analisando as respostas dos questionários é perceptível que tanto em 2014 quanto em 2015 basicamente as mesmas proposições foram elucidadas, deixando explícito que a experimentação tem sua importância, mas a forma como o professor articula em sala de aula é o que faz a diferença. Os verbos e termos utilizados pelos alunos revelam a complementariedade da experimentação, no sentido de “sustentar” a ideia, reafirmar algo. Rosito (2000, p. 197) declara que “o que foi exposto em aula e o que foi obtido no laboratório precisa se constituir como algo que se complementa.” A mesma autora afirma que a experimentação quando não for integrada com a fundamentação teórica não passa de ativismo.

O próximo capítulo tem como objetivo apresentar e analisar as impressões e implicações desta proposta com professores de Química e Biologia em sala de aula.

7 IMPRESSÕES E IMPLICAÇÕES DO USO DA EXPERIMENTAÇÃO CONTEXTUALIZADA E INTERDISCIPLINAR NO CONTEXTO ESCOLAR

Este capítulo tem a finalidade de apresentar, discutir e analisar os dados coletados como os professores em relação à aplicação da proposta experimental do livro DC. Inicialmente serão expostos os dados coletados em uma oficina que foi aplicada com professores das áreas da química e da biologia.

7.1 A PROPOSTA DE EXPERIMENTAÇÃO CONTEXTUALIZADA E INTERDISCIPLINAR: PERCEPÇÕES DE PROFESSORES PARTICIPANTES DE UMA OFICINA

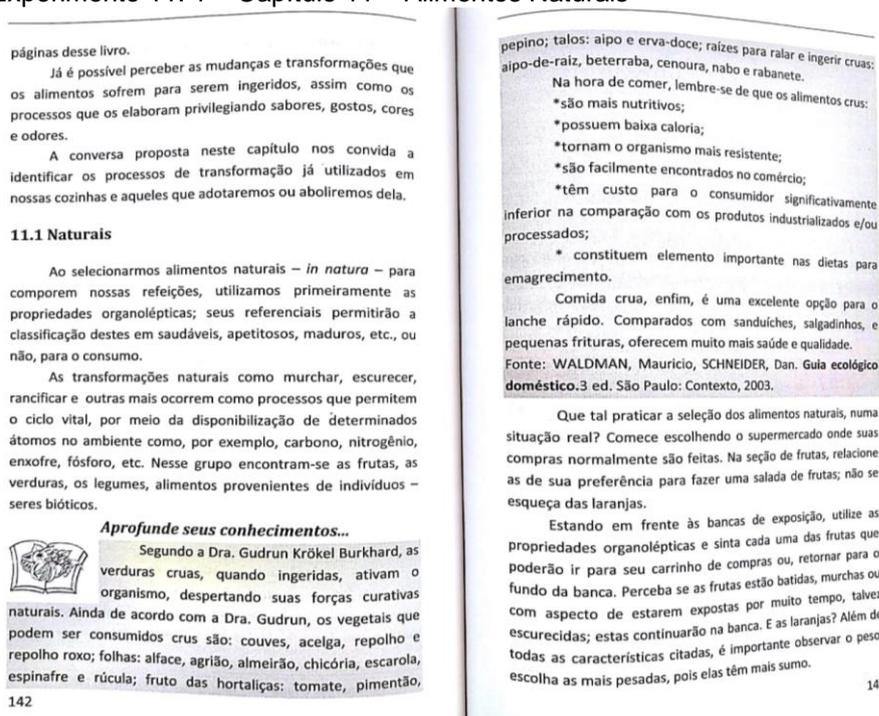
Considerando os pressupostos teóricos apresentados até aqui acerca da experimentação contextualizada e interdisciplinar, se pretende analisar a aplicabilidade dessa proposta junto a professores de Química e Biologia, participantes de oficinas oferecidas em dois eventos da área da química e da biologia. A aplicação da oficina teve como finalidade realizar alguns experimentos, na intenção de perceber as possibilidades da sua viabilização no contexto escolar, como forma de qualificá-la. Dentre as questões a serem investigadas, destaca-se: como os professores de Química e Biologia do Ensino Médio, percebem e compreendem a proposta da experimentação contextualizada e interdisciplinar no contexto escolar?

Os sujeitos desta pesquisa foram 21 professores de Química e Biologia do Ensino Médio. Os instrumentos de coleta de dados constituíram-se em um questionário, estruturados com perguntas fechadas e uma questão aberta, referente aos aspectos positivos e negativos desta proposta experimental, considerando a possibilidade de proporcionar o ensino e aprendizagem dos conceitos inerentes à Química e à Biologia. Durante a oficina foram realizados experimentos que abordavam conceitos relacionados com alimentos naturais e industrializados. A dinâmica apresentada seguiu as seguintes etapas: a) apresentação e discussão do conceito de experimentação contextualizada e interdisciplinar. b) abordagem dos

temas referentes ao capítulo 11 do Livro DC, seguida da proposição para a realização dos experimentos.

Os participantes da oficina realizaram os experimentos a partir do enfoque do capítulo 11: “Selecionando alimentos...” (figuras 45, 46, 47 e 48) que aborda os seguintes temas: a) *Alimentos Naturais* – explicita as transformações naturais como: murchar e escurecer, entre outros processos que permitem o ciclo vital. Os experimentos realizados contemplaram “o fazer” da salada de frutas, considerando a presença de antioxidante (limão/laranja) como elemento indispensável para evitar o escurecimento. Também foram observadas as transformações das frutas, individualmente expostas, na presença do óleo de cozinha, vinagre, sal, temperatura baixa (geladeira) e *in natura*. b) *Alimentos elaborados* – apresenta a ideia de manipulação de processos que transformam ou sintetizam, por meio de ações humanas, tanto os componentes quanto o produto, na condição de alimento. Neste sentido, foram analisados rótulos de sucos artificiais, buscando discutir sobre as substâncias conhecidas e as desconhecidas e as implicações possíveis quanto ao seu consumo. Refletiu-se também sobre o processo de fermentação nos fazeres artesanais, como a fabricação do pão caseiro e do pão de queijo. Os experimentos realizados contemplaram a separação de corantes em pastilhas de chocolate e a fermentação anaeróbica.

FIGURA 45 – Experimento 11. 1 – Capítulo 11 – Alimentos Naturais



Fonte: livro DC

FIGURA 46 – Experimento 1 – Capítulo 11



Abacaxi está na sua relação? Sempre que escolhê-lo sinta o aroma adocicado, é sinal de que está no amadurecimento ideal para ser consumido; você também pode tentar retirar uma de suas folhas, se saírem facilmente, é outro sinal de que está no ponto.

Aprofunde seus conhecimentos...
 Acetato de isoamila (C₇H₁₄O₂) 2-metilbutanoato de etila (C₇H₁₄O₂)
 Ambos os compostos tornam-se proeminentes à medida que as maçãs amadurecem e à medida que as suas concentrações aumentam, eles mascaram o aroma característico do fruto verde, imaturo. Ésteres com cerca de sete átomos de carbonos têm aromas caracteristicamente frutados, ocorrem amplamente em frutos e resultam da quebra de longas cadeias de ácidos graxos à medida que as membranas celulares são oxidadas durante o processo de amadurecimento.
 Fonte: ATKINS, Peter Willian. **Moléculas** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000.

Experimento 1 – Hora de preparar! Algumas frutas serão descascadas, outras apenas lavadas e



Fonte: livro DC

FIGURA 47 – Experimento 2 – capítulo 11.

seguida mergulhe-o por alguns minutos em água açucarada. Quanto ao figo, corte-o ao meio e saboreie-o com uma colher.
 Fonte: COHEN, Marleine. **Dicas do fundo do baú: soluções caseiras para problemas do dia-a-dia**. 2 ed. São Paulo: Globo, 2008.

As frutas que permaneceram nas bancadas e não foram selecionadas para preparação da salada de frutas, poderão ser trazidas para acompanhar a finalização de suas transformações naturais.

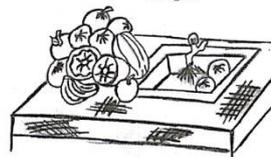
Experimento 2 – Ao serem dispostas, segundo os recipientes identificados abaixo, serão observadas diariamente, durante uma semana, sendo suas características anotadas de maneira sequenciada.

- recipiente 1: aberto, com pedaços de frutas imersos em óleo de cozinha;
- recipiente 2: aberto, com pedaços de frutas imersos em vinagre;
- recipiente 3: fechado, com pedaços de frutas;
- recipiente 4: aberto, com pedaços de frutas envolvidos em sal;
- recipiente 5: fechado, com pedaços de frutas, disposto na geladeira.

146

Fonte: livro DC

todas cortadas. Mas, antes de alterar sua forma, escolha uma delas para produzir um registro biológico.



O recipiente já está preparado? Depois de cortadas, regue-as com suco de laranja para evitar o escurecimento das frutas como maçãs, peras, bananas, etc., propriedade estudada no capítulo 8 deste livro.

Momento de incrementar sua salada. Você pode acrescentar açúcar, creme de leite ou leite condensado, ou quem sabe saborear as frutas *in natura*.

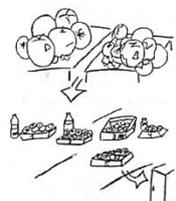
Aprofunde seus conhecimentos...



Salada de frutas é bom e faz bem. O que não fica bem são aqueles pedaços de banana escura que destoam do restante. Para evitar que isso aconteça, quando terminar de fatiá-las, acrescente um pouco de suco de limão e açúcar refinado. Mas as peras e maçãs também não ficam atrás! Nesse caso, antes de fazer a salada de frutas, encha uma vasilha com água fria e suco de limão e mergulhe as frutas dentro. Elas não mudarão de cor.

[...] Muita atenção sempre: uva e figos são comercializados com uma camada de sulfato de cobre sobre eles. Usado pelos agricultores para protegê-las das pragas, esse pó esbranquiçado é... venenoso! Para evitar problemas gástricos, antes de consumir um cacho de uvas, lave-o em água corrente e em

145



A observação proposta constitui uma excelente constatação de fatos que relacionados às propriedades organolépticas, químicas e físicas dos alimentos, permitirá a compreensão elaborada da seleção e opção do consumo de frutas, verduras e legumes.

Aprofunde seus conhecimentos...
 ...Tomemos o caso de uma fruta. Enquanto ela vai amadurecendo, vão se desenvolvendo também fatores internos que a apodrecerão. São as enzimas que romperão as grandes moléculas para torná-las menores. Fatores externos naturais favorecem a transformação nessa direção. O calor, a umidade, a luz, aceleram o amadurecimento da fruta e o posterior apodrecimento rápido. Ao contrário, o ar seco, a baixa temperatura e a ausência de luz retardam o amadurecimento.
 Fonte: LUTFI, Mansur. **A vida e a morte de uma fruta**. Interações e transformações: Química para o Ensino Médio: livro de exercícios, volume 1. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1998.

147

FIGURA 48 – Experimento 11.2 – capítulo 11 – Alimentos elaborados

11.2 Elaborados

O adjetivo “elaborados” atribuído aos alimentos representa a ideia de manipulação, de processos que transformam ou sintetizam por meio de ações humanas, tanto os componentes quanto o produto, na condição de alimento.

A elaboração industrial busca criar aromas, sabores e cores que imitem condições de alimentos *in natura* presentes nas relações alimentares humanas.

A industrialização alimentar exige uma equipe de profissionais de várias áreas que dialoguem a cerca da ciência alimentar, uma vez que a complexidade do tema envolve vários critérios desde a elaboração quimicamente falando à apresentação e a indução de escolha pelo consumidor, que inicia um novo nível de complexidade – desde a escolha, a compreensão das informações fornecidas até uma fisiologia que permita a digestão e efetivamente a nutrição.

A elaboração artesanal consiste na arte da culinária, na magia de misturar os ingredientes e obter o inesperado – é o fazer em nossas cozinhas, como já dialogado nos capítulos 3 e 5.

11.2.1 Industrializados

Começaremos com a nossa situação real. Ao sair das bancas das frutas, percorra os corredores do supermercado e busque a prateleira dos “sucos em pó” – pó para bebida, preparado sólido para refresco – no sabor de sua preferência e leve-o consigo.

Antes de prepará-lo para beber, faça uma investigação minuciosa em seu rótulo/embalagem. Observe o fabricante, o prazo de validade, a quantidade, o modo de preparo, a tabela

148

nutricional, ingredientes/composição, as cores da embalagem e a apresentação do produto.



Ao analisar a tabela nutricional, faça uma retrospectiva do diálogo que estabelecemos no capítulo 10 e registre suas observações.

Agora você é convidado a observar com muita atenção a composição/ ingredientes do pó para suco. Preencha a tabela abaixo com as informações do rótulo/embalagem.

Substâncias que você conhece	Substâncias pouco comuns em nosso cotidiano

Do grupo de substâncias que você identificou como pouco comuns, provavelmente terá na sua lista: acidulantes, corantes, aromatizantes, edulcorantes, espessantes, antieméticos entre outros. Essas substâncias são conhecidas como aditivos alimentares e são utilizadas nos alimentos industrializados com a finalidade de dar cor, sabor, conservar, preservar as

149

Fonte: livro DC

A partir da realização dos experimentos os resultados foram apresentados e discutidos, explicitando-se a integração entre as áreas de Química e Biologia. Na sequência foram buscadas as explicações para os processos/fenômenos estudados e as possibilidades de abordagens para a sala de aula, vislumbrando os conceitos químicos e biológicos. Após as discussões foi feita a aplicação de um questionário.

O quadro 14 mostra o questionário aplicado. Este foi elaborado contendo 10 proposições nas quais o respondente assinalou o grau de concordância, sendo 5 quando concorda totalmente, 4 quando concorda parcialmente, 3 para indiferente a esta proposição, 2 quando discorda parcialmente e 1 para concorda totalmente. Das proposições emergiram duas categorias de análise: a experimentação contextualizada e interdisciplinar, englobando as afirmativas 1, 2, 3, 4, 9 e 10 e a experimentação no ensino, abordada nas afirmativas 5, 6, 7 e 8.

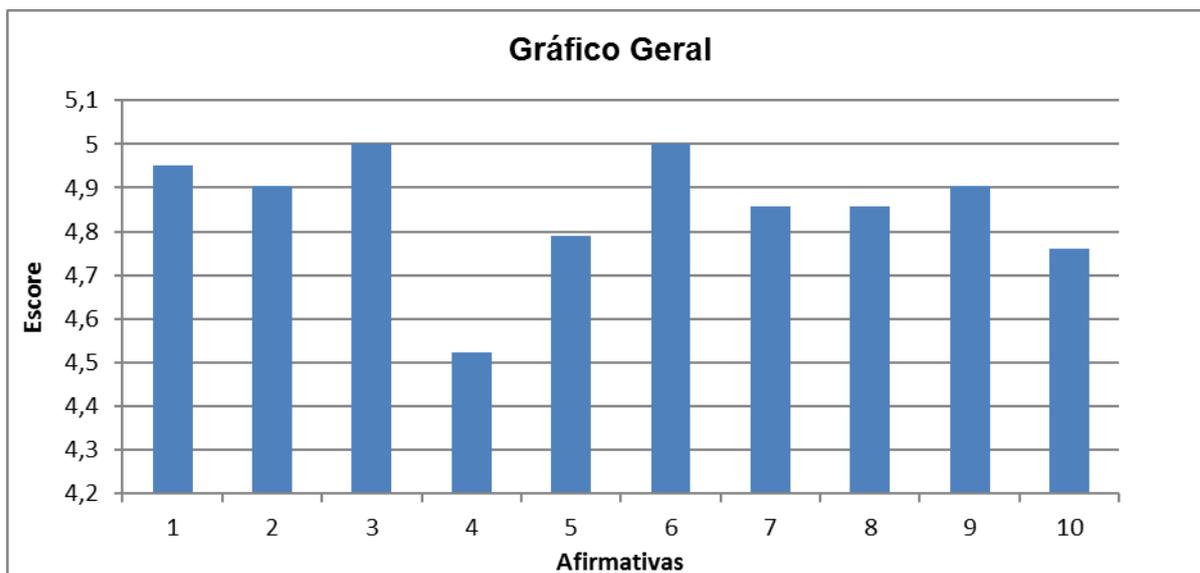
QUADRO 15 – Proposições do questionário aplicado

	Indicador Correspondente	5	4	3	2	1
1	Os experimentos realizados estão descritos de forma clara e compreensível.					
2	A proposta experimental valoriza o diálogo entre as áreas do conhecimento.					
3	A proposta experimental proporciona discussões sobre o contexto de alimentos, favorecendo a inserção de conceitos da química e da biologia pelo professor da sala de aula.					
4	É uma proposta passível de aplicação conforme a realidade das escolas de Educação Básica.					
5	A experimentação é um recurso didático pouco explorado nas aulas de química e biologia.					
6	O planejamento e o caráter investigativo de um experimento proporciona aprendizagem.					
7	O papel do professor na execução e nas discussões dos experimentos é imprescindível no processo de ensino e aprendizagem.					
8	O experimento inserido em um contexto de vivência do aluno proporciona discussões, favorece o aprendizado dos conceitos.					
9	A inserção do “Aprofunde seus conhecimentos...” possibilita ao aluno e ao professor outras leituras, conduzindo as atividades e discussões em sala de aula.					
10	Esta proposta experimental pode ser considerada distinta em relação a outras que você conhece, pois possibilita a contextualização e a interdisciplinaridade.					

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Os textos do “*Aprofunde seus conhecimentos...*” também foram contemplados na oficina, tendo como base a abordagem experimental pontuada no livro DC. Esses textos pontuavam os conteúdos conceituais relacionados com o tema proposto, com a finalidade de promover a leitura e a discussão apontando possibilidades para o professor ir além dos textos do livro didático. Os resultados aqui apresentados evidenciam um grau de concordância e de discordância total ou parcial em relação à proposição apresentada. Desta forma, foi possível traçar um perfil de respostas concordantes ou não, quanto ao entendimento que os professores de Química e Biologia têm das afirmativas encontradas nos diferentes eixos.

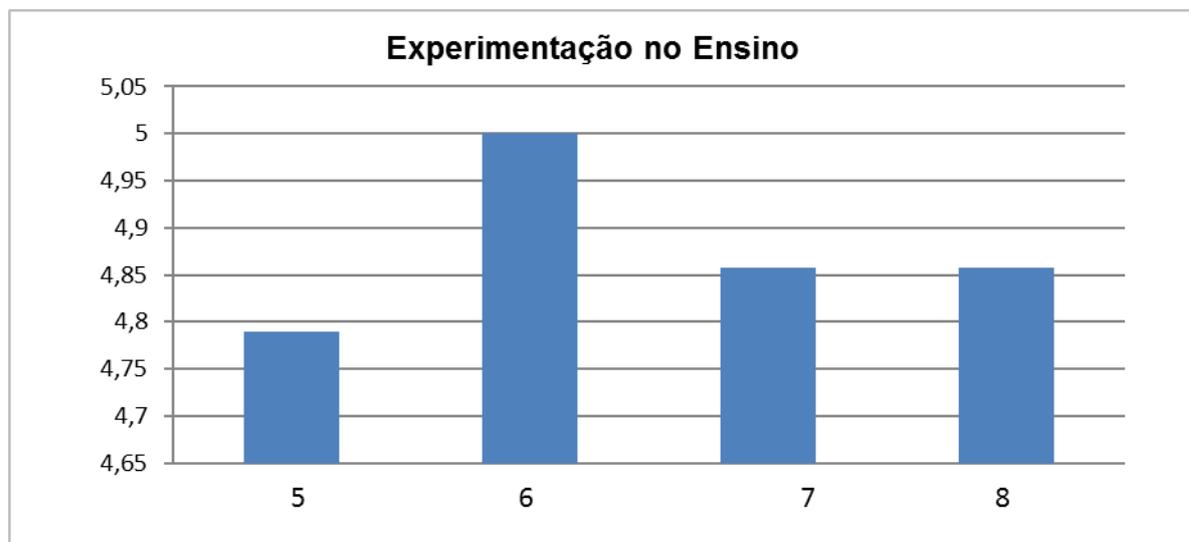
O Gráfico 2 apresenta os escores relacionados a todas as afirmativas. Foi possível perceber que o valor encontrado é maior que quatro, evidenciando o grau de concordância em relação ao uso da experimentação e também quanto à proposta experimental aplicada. Houve um consenso quanto à aceitação e o uso desta abordagem em sala de aula.

GRÁFICO 2 – Resultado do questionário aplicado - 10 proposições

Fonte: dados da pesquisa, 2016.

Todas as proposições obtiveram um grau de concordância alto, reafirmando que os professores acreditam que mesmo em experimentos simples, com materiais de fácil aquisição, é possível promover questionamentos e discussões pontuais e imprescindíveis para o aprendizado dos conceitos científicos.

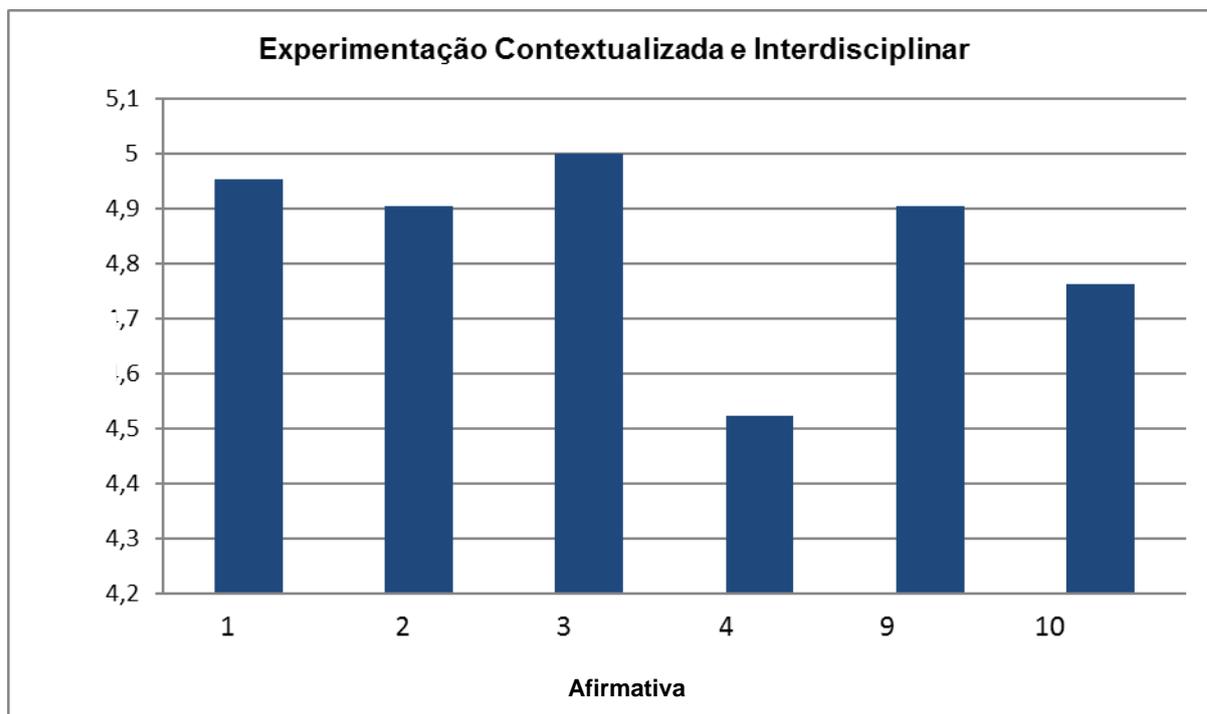
O Gráfico 3 apresenta somente os resultados das proposições 5, 6, 7 e 8. Relaciona a experimentação com o recurso didático, com o planejamento, com o caráter investigativo do experimento, com o papel do professor na execução e nas discussões dos experimentos e com o contexto de vivência do aluno. Esses aspectos estão relacionados intimamente com a aprendizagem, mostrando que o experimento pelo experimento não é indicativo de que houve aprendizagem e, que o papel do professor como mediador e orientador das discussões é imprescindível. A afirmativa 6 foi respondida de forma unânime, pois todos consideram que o planejamento e o caráter investigativo de um experimento promovem aprendizagem na medida em que o professor planeja todas as etapas de execução, evitando imprevistos e proporcionando questionamentos (CAAMAÑO, 1992; MILLÁN, 2012). Assim sendo, os alunos envolvem-se nas discussões e na busca de explicações para o observado.

GRÁFICO 3 – Experimentação no Ensino – proposições 5, 6, 7 e 8

Fonte: dados da pesquisa, 2016.

Afirmativa

O Gráfico 4 apresenta as proposições 1, 2, 3, 4, 9 e 10, que se referem à aplicação da proposta experimental do livro DC. O grau de concordância também foi alto, evidenciando alguns aspectos importantes, como a afirmativa 3, em que todos os participantes consideram que a proposta experimental proporciona discussões sobre o contexto de alimentos, favorecendo a inserção de conceitos da Química e da Biologia pelo professor na sala de aula. Também se destaca aqui que a inserção do *“Aprofunde seus conhecimentos...”* possibilitou aos professores outras leituras, permitindo uma reflexão sobre as atividades e discussões propostas em sala de aula. Enfim, a participação na oficina e a execução dos experimentos propostos foram consideradas de grande valia pelos participantes. A proposta experimental foi entendida dentro da sua abordagem contextualizada e interdisciplinar.

GRÁFICO 4 – Aplicação da Proposta Experimental – proposições 1, 2, 3, 4, 9 e 10.

Fonte: dados da pesquisa, 2016.

A questão aberta também apresentou consenso. Quando os professores foram questionados sobre os pontos positivos da proposta experimental, constatou-se que a maioria acredita neste tipo de experimentação, considerando o contexto dos alimentos, o diálogo entre as áreas (Química e Biologia) e a necessidade de buscar entendimentos nas duas disciplinas para a compreensão do fenômeno. Uma das professoras, identificada como P1 afirmou “*acredito que seja uma ferramenta didática importante para que os alunos, que atualmente são carentes nessas atividades complementares, possam visualizar o que para eles é tão distante*”. Além de revelar a importância de aproximar o aluno do contexto em que está inserido, a fala dessa professora ressalta que a experimentação contextualizada e interdisciplinar pode ser um recurso a ser utilizado.

A reflexão e a discussão dos conteúdos conceituais durante a oficina foram aspectos que os professores consideraram como muito positivos, destacando principalmente o diálogo entre as áreas de Química e Biologia. Isto está explícito na fala de professora P2: “*A outra questão é a troca entre os professores que geralmente se isolam em suas disciplinas. Dessa forma, claro positiva, aumenta as possibilidades de ambos estudarem as questões que são levantadas pelos alunos*”.

ligadas as duas disciplinas, dando a percepção para os mesmos que não acontece realmente de formas separadas”.

Uma abordagem experimental bem planejada e mediada pelo professor promove discussões além dos conteúdos conceituais, permitindo a problematização de situações reais, providas de significados. O professor deve evitar a realização do experimento pelo experimento, distante das implicações sociais, não contribuindo para os entendimentos de mundo e, conseqüentemente, não favorecendo o processo de apropriação dos conceitos científicos presentes. A interdisciplinaridade proposta nos documentos oficiais – DCN (2013) é concebida como possibilidade de integração dos conhecimentos nos contextos escolares. Nesse sentido, a proposta experimental referenciada proporcionou o diálogo, buscando o que Furlanetto (2014, p. 73) apresenta:

[...] a interdisciplinaridade traduz-se em uma epistemologia de fronteira, produzida nas bordas, nas brechas, fruto de intercâmbios entre diferentes que se aproximam e necessitam reinventar formas de se relacionar para criar e comprometer-se com maneiras mais adequadas de estar na vida viva.

A contextualização não se limitou apenas à exemplificação de um fato, mas se estendeu para a efetivação e discussão de diversos contextos de vivência, permitindo que tanto os professores de Química como de Biologia dialogassem com o mesmo objeto de estudo, buscando entendimentos em outras áreas do conhecimento. Os textos do *“Aprofunde seus conhecimentos...”*, possibilitam ao aluno e ao professor um novo olhar sobre o ensino de Química e de Biologia, pois partem de diferentes leituras e avançam para novas investigações sobre os assuntos estudados.

A partir da análise dos dados pode-se considerar a importância da indissociação da teoria e prática, valorizando as concepções prévias dos estudantes e confrontando-as com os discursos da ciência. E então se destaca a inserção do diálogo na dinâmica da experimentação através dos questionamentos propostos pelo professor em seu planejamento e também nas atividades experimentais, favorecendo a investigação. Na construção de argumentos que respondam a estes questionamentos ressalta-se a leitura e a discussão em grupo como forma de validação das teorias pessoais, colaborando para a autonomia e a socialização do conhecimento.

A contextualização e a interdisciplinaridade são importantes para o entendimento dos diversos fenômenos nos quais os estudantes estão inseridos como cidadãos. Acredita-se que a experimentação no ensino deve ser abordada e problematizada nos cursos de formação inicial e continuada de professores para que se possa discutir e fundamentar teoricamente, superando a visão simplista de que através da experimentação se alcançam as teorias estabelecidas nas Ciências, comprovando-as.

Em contrapartida, a experimentação quando bem planejada, considerando a vivência do estudante, a discussão em grupo, a autonomia e a tomada de decisão, a leitura, a escrita, o diálogo entre as áreas do conhecimento e também o diálogo como explicitação das ideias dos estudantes, constitui-se uma estratégia que favorece o aprendizado. Galiazzi; Gonçalves (2004, p. 331) apresentam que “a experimentação como um instrumento de explicitação de teorias; de encultramento no discurso científico, [...] de enriquecimento das teorias pessoais que integram outros conhecimentos além do conhecimento científico”.

7.2 A PROPOSTA DE EXPERIMENTAÇÃO CONTEXTUALIZADA E INTERDISCIPLINAR: COMPREENSÕES DAS PROFESSORAS QUE APLICARAM A PROPOSTA

Com a finalidade de conhecer quais as implicações e limitações da proposta experimental contextualizada e interdisciplinar no contexto escolar, foram realizadas entrevistas com três professoras que aplicaram experimentos do livro DC em distintas situações da sala de aula. As questões da entrevista inicialmente estão divididas em duas categorias definidas *a priori*: Experimentação no Ensino de Ciências e Aplicação da Proposta de experimentação.

QUADRO 16 – Questões aplicadas na entrevista com as professoras**CATEGORIA: EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

1. Qual a sua formação inicial? Quanto tempo trabalha na escola básica?
2. Na sua formação você teve alguma disciplina que abordou a experimentação no ensino? Qual? Como?
3. Participa ou participou de eventos que abordaram a experimentação? Qual? Foi oficina/minicurso, palestra?
4. Você utiliza a experimentação como ferramenta didática em suas aulas? Como? Quando? Por quê? Se não utiliza, quais são os obstáculos para não acontecer?
5. Cite alguns experimentos que costuma utilizar em suas aulas? Em que contexto você utiliza?
6. Qual a sua concepção de experimentação?
7. Você costuma ler artigos, livros, materiais que abordam a experimentação no ensino? Cite alguns.
8. Você acredita que os experimentos podem favorecer o aprendizado? Explique.
9. Nas aulas experimentais que você vivenciou como professor (a), o que você considera positivo e negativo.
10. Quais aspectos são importantes considerar quando se pensa em utilizar a experimentação no ensino de ciências?

CATEGORIA: APLICAÇÃO DA PROPOSTA DE EXPERIMENTAÇÃO

1. Qual a sua concepção sobre contextualização e interdisciplinaridade?
2. Você costuma trabalhar de forma contextualizada e interdisciplinar em sala de aula? Como? Quais as áreas que contempla na interdisciplinaridade? Caso não trabalhe desta forma, quais os empecilhos/as dificuldades que a impossibilitam em sua opinião?
3. Você realizou quais experimentos do livro Dialogando Ciência entre sabores odores e aromas: contextualizando os alimentos química e biologicamente? Em que contexto escolar?
4. Os experimentos apresentados nos capítulos 8, 9, 10, 11 e 12 foram elaborados numa perspectiva contextualizada e interdisciplinar. Você conseguiu perceber isso? Explique.
5. Em sua opinião, os questionamentos que aparecem no transcorrer dos experimentos, favorecem a discussão dos conceitos químicos e biológicos em sala de aula? Explique.
6. A inserção do "Aprofunde seus conhecimentos..." tem a intenção de fomentar a leitura de outras fontes que não os textos dos livros didáticos. Você trabalhou de alguma forma a leitura destes textos? O que pode afirmar sobre essas leituras? Foram proveitosas, fomentaram discussões, os alunos se interessaram?
7. Em sua opinião, a realização dos experimentos a partir de uma abordagem contextualizada e interdisciplinar é importante ou desnecessário para o aprendizado. Justifique.
8. Os experimentos descritos no livro Dialogando Ciência entre sabores odores e aromas: contextualizando os alimentos química e biologicamente, são simples e bastante conhecidos na área do ensino de ciências. O que você considera sobre a inserção destes experimentos em uma proposta interdisciplinar e contextualizada?
9. Na aplicação dos experimentos do livro, você teve alguma dificuldade? Qual? Os alunos conseguiram realizar os experimentos? O que você percebeu durante a realização dos experimentos quanto ao comportamento, entendimentos, discussão?
10. Quais suas impressões sobre a proposta experimental do livro como um todo? É possível sua aplicação considerando: o tempo de preparação dos professores, as condições físicas da escola, tempo de execução na sala de aula, materiais/reagentes, discussões em sala de aula, entre outros?

Fonte: dados da pesquisa 2016

7.2.1 Experimentação no Ensino de Ciências: compreensões das professoras

Esta categoria pretende apresentar e discutir as trajetórias de formação das professoras, tentando mostrar como a experimentação vai sendo desenhada neste caminho, fazendo emergir as concepções que orientam o planejamento e a execução dos experimentos objetivando o ensino e a aprendizagem. Como já exposto em diversas discussões nesta pesquisa, acredita-se que o professor tem

papel fundamental no direcionamento, na execução, na sistematização dos conteúdos conceituais estudados e na avaliação da experimentação em sala de aula. Portanto é de suma importância entender todas as implicações e limitações que envolvem o seu fazer pedagógico.

Neste sentido será explicitado o percurso de formação das professoras, que abrangem as respostas das questões 1, 2, 3, 6 e 7, enfatizando como os estudos proporcionados na graduação e sua continuidade influenciaram a concepção de experimentação por elas declarada. Em seguida discute-se o fazer das professoras em sala de aula em relação à experimentação no ensino de ciências, conforme as respostas das questões 4, 5, 8, 9 e 10. Ressalta-se que as professoras entrevistadas foram identificadas como Alice, Fabiana e Regina. Apresentar-se-á primeiramente a trajetória da professora Alice, em sequência das professoras: Fabiana e Regina.

7.2.1.1 Percurso de formação: do início ao continuado

O percurso de formação dos professores é determinante quando se pretende entender as escolhas realizadas por eles no que se refere a que, para que e como ensinar os conteúdos e a própria dinâmica de aprendizagem oportunizada em sala de aula. As aprendizagens ambientais vivenciadas pelos professores no seu percurso formativo são muito fortes e difíceis de serem modificadas, constituindo as crenças que fundamentam o seu fazer pedagógico (MALDANER, 2000).

No que tange à experimentação no ensino, este paralelo também se estabelece. É possível identificar por meio das trajetórias da formação as marcas de experimentação que permaneceram e constituem as ações possibilitadas pelos professores no planejamento, execução e sistematização destas atividades em sala de aula. É neste sentido que se apresentam as falas das professoras entrevistadas, buscando explicitar o que as identifica em relação à experimentação no ensino.

7.2.1.1.1 A docência e a experimentação: relação entre a teoria e a prática

A professora Alice cursou o magistério e na graduação optou por Ciências Biológicas em uma Universidade privada. Fez o Mestrado em Agroecossistemas,

vinculado às Ciências Ambientais. A sua trajetória de docência inicia nos estágios supervisionados ainda durante o magistério, que a fizeram optar pelo concurso municipal, onde atuou como secretária de escola. Quando terminou o magistério começou a lecionar para as séries iniciais do ensino fundamental e posteriormente nos anos finais como professora das disciplinas de Inglês e Educação Física, para então trabalhar na área de ciências em 2013. Teve experiência em pós-graduação na área de citologia, embriologia, anatomia e patologia. Por fim, nos anos de 2014 e 2015 lecionou no ensino médio, vindo a totalizar 15 anos de docência.

Na sua formação Alice teve disciplinas que abordaram a experimentação no ensino de Ciências, e inclusive a motivação para a escolha da profissão se deu pelo fato da sua professora de Ciências no Ensino Fundamental Final oportunizar as vivências no laboratório aos alunos. Além disso, a formação inicial viabilizou momentos interessantes para a experimentação no ensino de ciências (Biologia, Química e Física), elaborando materiais alternativos organizados em uma caixa.

[...] a parte da experimentação na minha vida acadêmica foi muito bem trabalhada, eu quis fazer biologia por que eu tinha uma professora de ciências que me motivou muito, a gente ia muito para o laboratório, fazia muita experiência, [...] quando eu fui pra faculdade..., a gente teve num semestre uma disciplina que só trabalhou coisas práticas de física, outra só materiais práticos de química e outra só de biologia. Então era um sábado de manhã que a gente ia só pra fazer prática de química, física e biologia para os alunos. Além das disciplinas de laboratório que a gente foi pra aprender a parte de biologia, mas para área da educação tinha as didáticas normais e as didáticas também ensinavam, mas a gente não fazia na sala de aula, essas disciplinas do sábado sim, a gente tinha que fazer, tanto que a gente tinha uma caixa em casa, guardados os experimentos das três áreas (ALICE, 2016).

A formação continuada de Alice se deu por meio de eventos promovidos pela Secretaria Municipal de Educação, onde os professores realizavam as propostas e disponibilizavam materiais para planejamento.

Como eu tô na área da educação muito tempo a escola fazia muito a semana de formação e trazia profissionais pra trabalhar com a gente, os que faziam realmente na prática, geralmente eles traziam apostila, slides e explicavam como fazia. Uns faziam com a gente na sala de aula, pra gente ter o material. Depois eu participei de muita coisa que tinha experimentação. Eu lembro de um, que foi um dos últimos que eu fiz, lá na minha cidade Getúlio, foi no Fórum da Educação e [...] o professor foi meu colega de biologia ele levou a gente pra fora do lugar, não fez em sala de aula e a gente montou uma horta, toda redonda ela era toda em forma de mandala, montou plantou as coisas esse foi um dos últimos realmente que eu fiz, assim que realmente a experimentação foi (ALICE, 2016).

No planejamento das aulas Alice pensa na inclusão da experimentação, e os materiais consultados no planejamento dos experimentos em sala de aula são: o livro DC, sites da internet e Revista Ciência Hoje para as crianças.

O livro aqui que eu comprei de você no ano passado me ajudou, geralmente eu vou procurar ali é a primeira coisa que eu vou fazer, por que está a mão. Eu pesquiso na internet geralmente tem algum assunto, que não tem uma prática que vem na cabeça, eu geralmente vou pesquisar na internet, [...]. E quando eu estava no ensino fundamental eu usava muito aquela revista Ciência Hoje das Crianças, aquela revista lá para o ensino fundamental eu acho ela muito boa, ela me ajudava bastante (ALICE, 2016).

A concepção de experimentação que Alice tem está fundamentada na abordagem do conteúdo antes da realização da experimentação, numa perspectiva de comprovação, relacionando a teoria com a prática, conforme destacado em negrito.

Eu penso assim que experimentação pra fazer com os alunos eles tem que **primeiro ter uma ideia do conteúdo** e daí **depois eu vou experimentar aquilo que eu trabalhei com eles em sala de aula**. [...] então eu vou experimentar, aquilo que eu dei no **conteúdo teórico** pra eles, que aquilo existe que **aquilo é real**, que eu posso **provar pra eles**, que aquilo que, eu acho que a experimentação vai nisso. Mas eu tenho outra parte de experimentação é quando eu instigo eles a procurar aquilo que eu estou fazendo, tem esse tipo de experimentação também, acho que com os conteúdos que eu tenho aqui com o primeiro ano e com o segundo eu ainda não consegui fazer isso. Quem sabe com o segundo com quando eu trabalho bactérias eu consigo fazer, mas agora aqui no primeiro ano geralmente faço a teoria pra ir pra prática daí pra parte da experimentação, pra eles ver que aquilo da teoria pode ser provado no laboratório (ALICE, 2016).

7.2.1.1.2 Docência e experimentação: relações da professora pesquisadora

A professora Fabiana tem formação inicial em Ciências Biológicas em uma universidade privada, mas antes seu interesse era o bacharelado na mesma área. Trabalhou na área da publicidade e quando estava na graduação surgiu a oportunidade para uma bolsa de iniciação científica. A orientadora de seu trabalho era da área da genética, e isto a deixou bastante interessada. Contudo, o trabalho era na formação docente, fazendo com que Fabiana começasse a olhar a sala de aula de forma diferente. Depois de um período houve a troca de orientação deste trabalho, e o foco voltou-se para a formação inicial de professores. Todos estes fatos provocaram um encantamento pela docência, modificando sua trajetória de atuação. Atualmente está envolvida com a pesquisa na formação de professores,

especificamente na situação do estudo de uma proposta de reorganização do currículo, trabalho que envolve a interação universidade e escola básica. É importante ressaltar que Fabiana participou de uma das oficinas sobre aplicação da proposta experimental do livro DC, onde teve a oportunidade de realizar alguns experimentos, motivo pelo qual resolveu aplicá-los em suas pesquisas.

Na sua formação inicial Fabiana teve vários momentos oportunizados pelos estágios curriculares, onde foi incentivada a desenvolver experimentos contextualizados. Entretanto, nas disciplinas específicas da Biologia a experimentação foi apresentada de forma fragmentada, como se fosse uma receita.

[...] a gente tem assim cinco estágios, que são os estágios curriculares, então os três primeiros estágios eles são teóricos, [...] depois é que a gente vai pra escola mesmo. E nesses três estágios que são teóricos, a proposta é de ser trabalho interdisciplinar, [...] embora não seja o foco a experimentação a gente desenvolve vários experimentos nesses estágios, então por exemplo a gente faz a produção do pão caseiro, a gente faz o queijo pra ver as propriedades, e tudo isso antes de ir para a escola, a gente tem, a nossa formação inicial como professores, então a gente recebe a partir da experimentação a gente é muito incentivado a trabalhar com a prática em sala de aula. [...] o currículo da universidade ele muito fragmentado, a nossa formação, a não ser nesses cinco componentes que a gente recebe então de forma interdisciplinar a gente trabalha com a prática, os outros são fragmentados, assim a gente. Por exemplo, a zoologia a gente tem as atividades práticas, mas é aquela atividade que você tem um modelo ali e você tem que desenhar reproduzir ele e identificar as partes morfológicas, do inseto por exemplo, então que não... lá na sala de aula eu não vou utilizar isso, vou utilizar isso para o meu conhecimento específico, mas não para o saber docente, isso não vai acrescentar, então em outras de disciplinas que sejam de experimentos não (FABIANA, 2016).

Quanto à formação continuada de Fabiana, participa de eventos da área e privilegia minicursos e oficinas que contribuam para sua formação.

É na verdade assim todos os eventos que eu participo eu sempre fico de olho em minicurso pra mim, aí ter a oportunidade dessa formação que eu não tive na minha formação inicial. Pra mim ter essa oportunidade de fazer a experimentação, então eu [...] realizei no EDEQ no ano se eu não estou enganada no ano de 2011 ou 2012 nesse ano que fiz então essa oficina com vocês, que era a partir do dialogando as ciências e foi como bem na época eu estava trabalhando aqui na escola com a situação de estudo que era alimentação e qualidade de vida e então eu pude aproveitar muito dos experimentos que a gente aprendeu nessa oficina, né então nesse minicurso sim desse evento, participei em outro evento que foi muito importante na minha formação que foi a produção e a utilização do recurso audiovisual em sala de aula, com a produção de vídeos, fazendo a filmagem desses experimentos para poder ampliar isso no espaço escolar, por exemplo, alunos lá do 3º ano desenvolve um experimento a gente filma eles e edita isso e daqui a pouco a prof de ciências pode usar isso lá no ensino fundamental, então eu sempre procuro nesses eventos os cursos que são práticos que envolve a prática (FABIANA, 2016).

A concepção que Fabiana tem da experimentação está relacionada com o papel ativo do aluno na execução e na explicação do fenômeno vivenciado no experimento.

Olha pra mim a experimentação é aquilo que eu falei é o contrário de comprovação científica pra mim experimentação é envolver o aluno, é... eu quando participo de uma experimentação aquela curiosidade infantil lá de criança que a gente tem um anseio de conhecer o mundo de saber por que ocorrem as transformações aquela sementinha que está sempre dentro da gente, ela é lapidada a partir da experimentação então eu me coloco nessa hora como aluno e penso que as aulas pra mim de graduação de ensino médio de ensino fundamental o que mais me chamaram atenção foi os que eu fui envolvida com experimentação. Então eu tenho essa visão de experimentação como algo novo, como que algo que a gente possa validar que já foi construído, mas também ver aquilo com a minha significação, minha percepção sob aquele objeto e pra mim é fantástico, espero que quando eu estiver em sala de aula eu utilize muito [...] (FABIANA, 2016).

A professora Fabiana se lembra das vivências oportunizadas na época em que estava no Ensino Médio e o quanto essas marcas da experimentação a influenciaram na escolha da profissão.

Eu tinha... a minha prof de química foi fantástica, eu digo que eu fui pra biologia de teimosa, por que eu era encantada pela química no ensino médio em função da professora eu não de nenhuma aula que não foi no laboratório, todas as aulas de química no laboratório e isso marca a gente. Por que até aquelas questões iônicas, e aqueles testes simplesinhos que são feitos da solução que coloca sal na água se a lâmpada acende ou não então são tudo questões muito simples, mas que fazem a gente daqui a pouco aquele elemento que tá lá na tabela periódica que você olha aquilo e te dá uma repulsa, te faz instigar ir a buscar aquele conceito, mas o que, que é aquele elemento que está na tabela periódica, quem é esse fulano, a experimentação ele envolve e ela instiga essa curiosidade, na minha percepção (FABIANA, 2016).

7.2.1.1.3 Formação e docência: a experimentação vivenciada

A professora Regina é licenciada em Química numa universidade pública, mestre e doutoranda em Educação em Ciências. Também participou de uma das oficinas sobre a aplicação da proposta experimental do livro DC, motivando-a a aplicar alguns experimentos na disciplina de Instrumentação para o laboratório de Química. Está atuando na escola básica há um ano. Na sua formação inicial teve algumas disciplinas que discutiram a experimentação no ensino, promovendo planejamento e aplicação de experimentos para a escola básica.

[...] Algumas disciplinas de Química. Nestas disciplinas, elaborávamos um plano de ensino e também deveríamos propor experimentos para um determinado assunto. Uma disciplina, eu gostaria de ressaltar, que foi realizada no final do curso “Instrumentação para o Laboratório de Química”, em que deveria ser feita a escolha de um assunto ou tema e desenvolver uma aula com uma proposta de experimentação e aplicar. Nessa disciplina, eu utilizei o livro “Dialogando Ciência entre sabores odores e aromas: contextualizando os alimentos química e biologicamente” que me auxiliou muito na abordagem da “Análise Sensorial e Química dos Alimentos” e principalmente nos experimentos que realizei com uma turma de 1ª série do Ensino Médio (REGINA, 2016).

Na sua trajetória de formação continuada, Regina busca participar de eventos da área da Educação em Ciências. Além da temática da experimentação, tem interesse nas abordagens da interdisciplinaridade e da contextualização.

Busco sempre participar (particpei no EDEQ de 2011 em um minicurso apresentado pelas autoras do livro, o qual foi muito bom, foi nesse evento que conheci o livro e achei muito interessante para o ensino). ENEQ, ENPEC, busco participar de rodas de conversas, palestras, apresentações que envolvem esse assunto e diversos outros do meu interesse, como: temáticas, interdisciplinaridade, contextualização e outros (REGINA, 2016).

A concepção de experimentação apresentada pela professora Regina considera que a experimentação é uma ferramenta que serve como mediação no processo de ensino e aprendizagem, e não somente como papel motivador. As leituras e estudos que perfazem sua formação continuada a oportunizam refletir sobre o papel da experimentação no ensino de ciências, as diversas abordagens e contribuições na prática docente.

A experimentação é uma ferramenta de ensino que auxilia os estudantes no processo de ensino e aprendizagem. Acredito que a experimentação, não deve ser encarada somente, como forma de motivar os estudantes no ensino médio. [...] Sim, busco ler, alguns são: livro: Tópicos no Ensino de Química; Dialogando Ciência entre sabores odores e aromas: contextualizando os alimentos química e biologicamente; Retroprojeto como bancada para o Laboratório de Química e vários outros. Artigo: O papel da experimentação no ensino de Ciências; Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente; Proposições Metodológicas para o Ensino de Química: Oficinas Temáticas para a aprendizagem da Ciência e o desenvolvimento da Cidadania e outros (REGINA, 2016).

7.2.1.1.4 Elucidações do percurso formativo das professoras entrevistadas

Em se tratando do percurso de formação das professoras Alice, Fabiana e Regina, é possível destacar aspectos importantes para a reflexão sobre

como se dá a experimentação no ensino de ciências. Um dos aspectos é a relação entre as vivências/marcas que a experimentação proporcionou na trajetória de formação dessas professoras. Nas falas das professoras percebe-se que essas marcas influenciaram as escolhas relacionadas às concepções e ao uso da experimentação em sala de aula.

Também se pode perceber que as ideias que fundamentam o significado da experimentação para essas professoras estão intimamente ligadas ao percurso oportunizado pelos discursos, fazeres e saberes que movimentaram a sua formação continuada, identificando os caminhos epistemológicos de cada uma delas. As falas das professoras evidenciam a importância da experimentação na escolha profissional:

“[...] eu quis fazer biologia por que eu tinha uma professora de ciências que me motivou muito, a gente ia muito para o laboratório, fazia muita experiência” (ALICE, 2016); “[...] a minha prof de química foi fantástica, [...] todas as aulas de química no laboratório e isso marca a gente. [...] a experimentação envolve e instiga essa curiosidade, na minha percepção” (FABIANA, 2016).

A concepção de experimentação evidenciada na resposta da professora Alice relevou a ideia de que a atividade experimental deveria vir após o desenvolvimento teórico em sala de aula. A professora Alice acredita que o fato dos alunos receberem as explicações dos fenômenos que serão observados e vivenciados antes da experimentação possibilitará melhor entendimento. O que a professora explicita confere a ela a segurança no que está ensinando: “[...] aí então eu vou experimentar que aquilo que eu dei no conteúdo teórico pra eles, que aquilo existe, que aquilo é real, que eu posso provar pra eles, [...].” No entanto, Wellington, (1998, apud Galiazzi et al. 2000, p. 254) salienta que “[...] é preciso estar atento, porque o conhecimento científico se faz sobre ideias e não sobre fatos”.

Percebe-se que a professora Alice precisa da legitimação dos fatos, de que é necessária a comprovação daquilo que fala em sala de aula, contribuindo para a aprendizagem “[...] geralmente faço a teoria pra ir pra prática daí para parte da experimentação, pra eles verem que aquilo da teoria pode ser provado no laboratório”. Neste sentido, Galiazzi et al. (2000, p. 254) afirmam que “os resultados de pesquisas sobre a aprendizagem mostram que as concepções dos alunos sobre determinados fenômenos determinam o modo como são percebidos e é muito difícil mudar estas concepções”.

A crença na concepção de que a experimentação tem a única função de comprovação da teoria necessita ser superada, “considerando o pouco tempo dedicado para o desenvolvimento da atividade experimental e a condição de aprendiz de quem executa a atividade, parece mesmo impossível que se consiga comprovar alguma teoria em sala de aula” (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004, p. 357).

Entretanto a concepção de experimentação da professora Fabiana apresenta indícios da sua experiência como pesquisadora na situação de estudo, através de uma metodologia que propõe uma reorganização do currículo e que se fundamenta na participação ativa dos alunos. E neste viés de implicações epistemológicas é onde a professora Fabiana se reinventa, na importância da participação ativa dos alunos e numa experimentação que transcende os roteiros de laboratório, mas que emerge dos fazeres cotidianos dos alunos, valorizando a cultura local. Isto é evidenciado nas falas da professora:

“[...] a gente faz a produção do pão caseiro, a gente faz o queijo pra ver as propriedades, [...], [...] Olha, pra mim a experimentação é aquilo que eu falei é o contrário de comprovação científica pra mim experimentação é envolver o aluno, tenho essa visão de experimentação como algo novo, como que algo que a gente possa validar que já foi construído, mas também ver aquilo com a minha significação, [...]”.

Nesta perspectiva, defende-se uma experimentação que favoreça a “[...] inserção do diálogo em sala de aula como modo de favorecer a explicitação do conhecimento e construção de argumentos validados no grupo na interlocução teórica e prática” (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004, p. 331). A participação dos alunos pressupõe atitudes que contemplem a explicitação da construção de argumentos e explicações a partir das teorias que elaboram e reconstróem diante do fenômeno das discussões propiciadas pela experimentação.

No entanto, a professora Regina ressalta na sua fala a experimentação que favorece a aprendizagem dos conceitos científicos: “[...] A experimentação é uma ferramenta de ensino que auxilia os estudantes no processo de ensino e aprendizagem. Acredito que a experimentação, não deve ser encarada somente, como forma de motivar os estudantes no ensino médio”.

Mediante a análise das falas das professoras pode-se constatar que as concepções de experimentação apresentadas por elas estão de alguma forma interligadas com o percurso formativo inicial ou continuado. Essas concepções evidenciam ideias já elucidadas em pesquisas e estudos de HODSON (1994),

GIORDAN (1999), GONÇALVES; GALIAZZI (2004), CAAMAÑO (1992, 2005, 2010), corroborando com o que esses autores discutem e expõem. Considerando que são essas concepções que norteiam o trabalho docente e que direcionam o processo de ensino e aprendizagem.

7.2.1.2 Sala de aula: o fazer e o refazer da experimentação

A sala de aula é o lugar em que *a priori* se desenvolvem as dinâmicas de aprendizagem. Em se tratando da realização das experimentações o laboratório seria o local adequado. Contudo, tanto a sala de aula como o laboratório são os lugares privilegiados para se pensar atividades que viabilizam o fazer, o pensar, o discutir fenômenos que favorecem a aprendizagem. Na ausência do laboratório a sala de aula também se configura como um lugar para as experimentações, principalmente aquelas não que requerem equipamentos específicos para a execução e análise dos dados dos experimentos. É neste sentido que se pretende expor as ideias das professoras, destacando a sala de aula como o local de se fazer e/ou refazer as experimentações.

Considerando as concepções de experimentação anunciadas pelas professoras é possível identificar as limitações e desafios para o uso dos experimentos no ensino de Ciências.

7.2.1.2.1 Experimentação como comprovação: a importância do roteiro

A utilização da experimentação no ensino de Ciências para a professora Alice está relacionada com o lugar para a realização dos experimentos: o laboratório. Não havendo os equipamentos adequados, as experimentações são realizadas com materiais alternativos. A professora Alice coloca como desafios para a experimentação: a falta de laboratório e materiais, turmas numerosas e o comportamento dos alunos durante os experimentos. Também a professora relata sua dinâmica de sistematização dos conteúdos abordados na experimentação e ressalta a importância do registro no caderno e das explicações em sala de aula.

Quando eu trabalhava na educação básica no ensino fundamental, eu tinha um problema é que a gente não tinha um laboratório de biologia e não tinha nenhum equipamento absolutamente nada, então as experimentações que eu fazia ali eram totalmente bem caseiras, eram coisas bem simples. Para os alunos tentar visualizar então ali era um pouquinho mais difícil de fazer as coisas por que não tinha as coisas não tinha espaço, tudo mais não tinha material, então eu tinha que me virar e conseguir material e tudo mais que era um pouquinho mais difícil. Aqui no Instituto a gente tem laboratório de biologia uma das dificuldades é dividir a turma tem que deixar a metade da turma na sala de aula, você tem que confiar muito que os alunos vão ficar na sala de aula vão se comprometer a fazer ao que você deixou a atividade acho que essas são as dificuldades, pois quando você está lá dentro do laboratório com eles, eles adoram, por mais que às vezes eles conversem, mas você chama atenção eles gostam de fazer atividade, as dificuldades são essas, mas eles correspondem e geralmente eu trabalho assim: eu dou o conteúdo em sala de aula então, eu explico bem aquilo e aí quando eu vou pro laboratório, que nem eu divido eles, a atividade de exercícios e questões eles ficam eles fazem em sala de aula e outra metade vai comigo, então aquele momento que eles fazem a prática e que na verdade eles vão escrever sobre aquilo. E quando eu dou aula prática eu gosto que eles tenham registro dessa aula, que não fique uma coisa solta, se é uma coisa que a gente vai visualizar no microscópio eles tenham o desenho, que eu coloque algumas questões daquilo que to dando que não fique uma coisa que fez o desenho e deu, para que depois quando eu entrego isso pra eles fica o registro pra eles, eles vão lembrar que eles fizeram aquilo, que objetivo foi, eles entenderem aquelas questões ali e que eu coloca pra eles. Às vezes acontece que no primeiro momento eles não entenderem, mas quando eu começo a contextualizar eles começam a relacionar com tudo que eles viram em sala de aula, aí isso dá uma resposta para o trabalho, e aí depois em sala de aula quando estão todos juntos, aí nós juntos, a turma inteira, aí a gente discute o que a gente fez, aí vai falar isso deu tal resultado. [...] eu acho que é bem importante discutir com o grupo (ALICE, 2016).

A abordagem da experimentação que a professora Alice oportuniza é aquela em que o conteúdo é explanado anteriormente em sala de aula e após isso é realizado o experimento, buscando a comprovação das teorias. A biologia privilegia o manuseio e a visualização ao microscópio de lâminas, desta forma favorecendo a ideia da comprovação que a professora Alice defende.

Aí eu vou falar do ensino médio, então é o que eu fiz... eu usei como no início do ano a gente trabalha com a estrutura da célula então eu trabalho com eles a primeira coisa é esses experimentos que foi do teu livro, para eles verem lipídios, observação do toucinho, das proteínas, que eles fizeram o teste de biureto, e carboidratos que a gente fez com o iodo pingando em algum alimentos pra eles verem quais eram carboidratos e quais não eram então esse foi o primeiro, depois que eu trabalho essas propriedades eu começo a trabalhar, falo um pouquinho da permeabilidade seletiva da célula então eles vão fazer aquele teste sobre osmose, entrada e saída de água da célula que eles também conseguem ver tanto da célula animal que daí eu pego sangue quando da vegetal que aí eu pego geralmente cebola pra fazer com eles então esses dois experimentos geralmente é no primeiro semestre, depois o próximo semestre eu consigo levar eles para o laboratório, como é organelas celulares eu não, a gente não tem um microscópio pra ver as organelas, mas alguma coisa a gente consegue ver,

por exemplo cloroplasto a gente tem lâminas prontas, algumas estruturas diferentes que eu tenho no laboratório eu consigo levar eles pra visualizar. E depois tem histologia, histologia eu tenho várias lâminas ali que eu consigo levar pra visualizar também e aí no não passado foi legal que comentei já contigo quando a gente viu células do tecido adiposo eles já relacionaram com o toucinho que foi visto no início do ano. Então disseram profe é toucinho só que o toucinho foi do animal e isso aqui é da gente, eles conseguiram fazer essa relação bem legal (ALICE, 2016).

A professora Alice acredita que a realização de experimentos favorece o aprendizado dos alunos. A evidência deste fato são as memórias que os alunos têm sobre as experimentações realizadas, são as marcas que explicitam o fazer, o pensar e o refletir dos fenômenos vivenciados pelos alunos.

Ah eu tenho certeza que favorece o aprendizado do aluno, a gente vê na sala de aula, depois que você fez a atividade com eles, eles vão lembrar sempre, eles sempre estão lembrando quando por que tu vais trabalhando os conteúdos uma coisa vai puxando a outra, é uma construção do conhecimento deles. E quando tu fazes uma atividade prática eles lembram e quando tu vai aumentando o nível dos assuntos eles vão sempre relacionando com aquela prática, dificilmente eles vão relacionar com uma teoria, uma questão que tu deu, eles vão lembrar sempre da prática. Então tu vê que as aulas práticas ficam marcadas pra eles assim. Então eles gostam e tu vê que eles aprendem. [...] já aconteceu de na prova eles colocarem como exemplo para explicar a questão o experimento do laboratório, a gente fez no laboratório assim, assim... já aconteceu de provas eles colocaram como exemplo (ALICE, 2016).

Os aspectos positivos e negativos na realização da experimentação apresentados pela professora Alice focam na dinâmica das aulas no laboratório, no comportamento e nas discussões entre os pares. O que ela denomina de ponto final da experimentação, e que é positivo, está destacado em negrito.

O que eu considero positivo quer dizer assim com os alunos, o que eu considero positivo foi o resultado final dos experimentos por que às vezes durante a organização do trabalho no laboratório as vezes é um pouco negativo que são alunos que não são acostumados a trabalhar em laboratório então você demora um pouco mais pra ensinar eles, pra eles se organizarem o material as vezes eles são desorganizados não estão acostumados com essa experimentação atrasa um pouco você demora um pouco mais, então isso é um ponto positivo, um ponto negativo, mas o ponto positivo é o final, por que quando chega no final a primeira coisa as vezes acontece de início não saberem, mas eles ficam se perguntando eles vão na mesa dos outros colegas pra procurar saber o que aconteceu no dos outros pra ver se deu igual se deu diferente, se foi parecido então essa procurar deles, entender o que ta acontecendo ali é muito positivo, **então o final da experiência quando eles procuram saber e depois quando eu começo a instigar eles, a fazer as perguntas pra eles, e eles começam a responder e vê que na verdade que eles sabem o que aconteceu, só que eles não tinham organizado as idéias deles, então quando eles começam organizar as idéias a partir dos questionamentos que eu vou fazendo isso também é muito positivo, por que é isso que eles levam**

como conhecimento é isso que eles vão repetir, que eu falei que eles repetem na prova que durante a aula eles vão lembrar então isso é muito positivo. [...] Já aconteceu de eles fazerem e não dar certo geralmente eu coloco a pergunta por que o da mesa do lado deu certo e o de vocês não deu certo? Então a gente costuma a se questionar e aí é bom, por um lado é bom por que as vezes um grupo não dê certo por que começam a levantar hipóteses por que que não deu certo... isso já é uma parte de pesquisa uma parte importante pra eles eles vão levantar hipóteses por que não deu certo 99% das vezes a gente acha algum errinho durante o procedimento e por isso é que não deu certo, mas eles conseguem se perguntar, as vezes eles não conseguem sozinhos chegar por que não deu certo, mas eu vou ajudando e eles conseguem perceber por que não deu certo (ALICE, 2016).

Quanto aos aspectos importantes a considerar quando se pensa a experimentação no ensino de Ciências, a professora Alice destaca: ter claro o objetivo de aprendizagem e organizar as aulas no laboratório (roteiros) para que os alunos consigam realizar satisfatoriamente os experimentos.

Acho que a primeira coisa que você tem que levar em consideração é qual o tu objetivo com essa experimentação. Você está levando os teus alunos para o laboratório, você tem que ter um objetivo claro o que você quer que esses alunos aprendam no laboratório não adianta eu trabalhar um conteúdo e levar eles para o laboratório pra aprender outra coisa, ou pra aprender uma coisa similar que não é exatamente aquilo eu tenho que ter claro o meu objetivo. Vou levar os meus alunos para o laboratório pra aprender o que? Outra coisa que eu acho que é importante a gente pensar é organizar o trabalho dentro do laboratório pra facilitar pra eu ajudar os alunos, e pra os alunos realizar o procedimento por que se eu não organizar esse trabalho eu não consigo ajudá-los e eles não conseguem fazer, então por isso que geralmente eu faço o roteiro da aula, quando eles entram na sala eu explico certinho como é que vai acontecer e vou dando os passos pra eles não e perderem também então eu acho que tem que ser uma coisa organizada, então hoje eu vou levar eles no laboratório pra, sei lá eles olharem as lâminas que tem lá e não sei o que, tenho selecionar o que eu vou fazer, preparar o material por que senão a aula vai ficar bagunçada. E o objetivo final não vai poder ser alcançado (ALICE, 2016).

7.2.1.2.2 A experimentação contextualizada e interdisciplinar: participação ativa dos alunos

A professora Fabiana evidencia que os experimentos aplicados nas situações de estudo, foco da sua pesquisa de mestrado, são recebidos pelos professores da escola básica com certa resistência e insegurança em discutir os resultados, com medo de que algo não funcione como o esperado. A professora entrevistada explicita a concepção de experimentação recorrente nos professores da escola básica: comprovação das teorias, legitimando o que é verdadeiro, numa visão reducionista e simplista da natureza da ciência.

Sim a gente utiliza na situação de estudo então junto com as profs da educação básica. Bom o cenário que a gente encontra na escola. [...] a gente encontrar uma resistência por parte dos professores em desenvolver experimentos então qual era a visão simplista, eles são muito abertos as novas propostas são muito parceiros, mas eles acabam tendo uma visão que os experimentos existem para comprovar algo científico, feito pra legitimar o verdadeiro então a gente tinha que destoar essa percepção deles e mostrar que não, mesmo que o experimento dê errado é esse processo que é válido e aí que a gente tá construindo o conhecimento junto com o aluno, incentivando o aluno a pesquisar produzir cientificamente a partir do experimento e que o experimento não é feito para comprovar nada. Então na situação de estudo agente utiliza o experimento como problematização, como abordagem inicial. Então sim, no início agente teve dificuldade, mas a gente vem conseguindo sim mudar um pouco dessa visão... Não eles não costumam fazer, não tem esse hábito, por que eles têm medo de fazer o experimento e dar errado e daí o que eles vão justificar, então é como eu tava falando é essa visão que a gente tenta trabalhar, né pra modificar, no entanto os experimentos que a gente realiza, é sempre acompanhado de alguém da universidade, né, a gente eles fazem a experimentação mas quando a gente tá junto daí... A escola tem um laboratório bem, equipado, ela tem bastante, assim, tá bem bom em termos de estrutura, sabe... Tem um espaço bem bom um espaço privilegiado, e assim, quando a gente chegou na escola o laboratório de química era fechado, a prof de biologia dava aula só em sala de aula. E essas coisas é que a gente vai rompendo esses paradigmas no dia a dia, e hoje elas têm esse hábito de utilizar esse espaço, né pra suas aulas (FABIANA, 2016).

A abordagem da experimentação que a professora Fabiana defende trata-se da experimentação contextualizada e interdisciplinar, no caso numa situação de estudo.

Bom, a gente realizou junto com eles, então com a professora da física, a prática que se chama queima do amendoim e do pão. Ela é, foi, envolvida dentro da situação de estudo da alimentação e é uma prática que visa ver saber qual o valor energético, qual o valor calórico do amendoim e qual o valor calórico do pão quando queimado. Aí, a gente coloca que não são as condições que ocorreriam no nosso metabolismo, por que ali uma parte da energia vai ser se propagar para o ambiente, mas a física se envolve fazendo os cálculos... como essa transformação de energia se converte em calor. E a gente tem a participação das nutricionistas, aí nessa hora elas fazem a intervenção falando do valor calórico nutricional, o que é nutricional mesmo e o que é caloria vazia, que seria o pão que produz a energia, mas que em termos nutricionais não tem nada, né... Que vá fornecer outras fontes de vitamina e sais minerais. É um experimento que é desenvolvido de forma coletiva, além da queima do amendoim e do pão, a gente já produziu um pão caseiro na escola, aí com a biologia que é minha área. O que a gente faz a partir da produção do pão caseiro como a gente é do interior, os nossos alunos aqui, ainda convivem com a avó que faz o pão em casa, então a gente tem um ritmo diferente do interior, talvez este experimento num grande centro não iria funcionar, mas aqui considerando a nossa realidade ele funciona. Aí então a gente trabalha o processo de fermentação né, a química vai trabalhar o metabolismo e esse processo de transformação alcoólica que é quando assa o pão e fica aquele cheirinho, o que é aquele cheiro a conversão do álcool então tá liberando, tá dando esse aroma e biologia trabalha com o fungo que é que vai se alimentar do açúcar o *Sacharomices cerevisiae*, então a partir quando a gente chega a trabalhar o reino fungi na biologia em sala de aula, e que você vai trabalhar com esse

nome *Sacharomices cereasae*, isso é um terror pra eles, eles não vão ter interesse nenhum, aí quando a gente envolve eles num experimento que eles vêem o processo e vê que aquele nome que é complicado tá no dia a dia deles tem uma importância grande no organismo deles como fora, então essa atividade do pão integra a biologia e a química. Também foi feito a produção do queijo outro processo que envolve a parte química, são basicamente esses experimentos que eu acompanhei que foram realizados na escola. Dentro de um contexto nada isolado, sempre integrado (FABIANA, 2016).

Para a professora Fabiana a experimentação favorece o aprendizado, numa perspectiva em que o aluno é autor e ator do processo de aprendizagem e o experimento é utilizado como um potencial de problematização dos conteúdos que serão abordados, uma aprendizagem significativa, aproximando o conhecimento disciplinar com o do cotidiano do aluno.

Sim, é eu acredito, e como eu falei anteriormente pelo envolvimento que o estudante tem neste processo de construção da aprendizagem então é o estudante como autor e ator do seu processo de aprendizagem ele não fica como agente passivo passa a ser ativo nesse processo de ensino e aprendizagem, e o experimento ele envolve neste sentido agente utiliza o experimento volto a frisar que como problematização. E ali que a gente instiga a curiosidade do aluno e pra aprender a gente tem que querer, se não gostar, se eu não tiver interesse eu, não vou, vou simplesmente reproduzir o que o professor quer ouvir, normalmente é isso que o aluno faz quando ele responde o que o professor quer ouvir, sai da sala de aula e aquilo não tem mais sentido e significado nenhum para o aluno e não é isso que a gente quer. A gente busca uma aprendizagem que seja significativa pra ele, e a experimentação traz esse significado, com a experimentação a gente consegue aproximar o conhecimento disciplinar com o conhecimento cotidiano do estudante (FABIANA, 2016).

Os aspectos positivos e negativos da experimentação de acordo com a professora Fabiana estão relacionados respectivamente ao envolvimento do aluno e do professor no processo de aprendizagem. O aluno passa a ser um agente ativo, que tem ideias e sabe algo, que deve ser considerado e deve ser instigado por meio da abordagem da experimentação. O envolvimento do professor no planejamento e na execução da experimentação é algo desafiador, tendo em vista que a situação de estudo exige um olhar para a além das fronteiras de uma área do conhecimento.

Em termos de experimentação bem positivo tem várias coisas, como eu já coloquei esses envolvimento, essa parte de instigar ele no aprendizado, ah essa abertura pra trabalhar de forma interdisciplinar. Por que o meu olhar sobre determinado fenômeno ele é biológico e eu tenho só a formação inicial é muito precário tanto a química quanto a física. Então a gente precisa dos colegas de outras áreas para explicar determinado fenômeno, então isso são pontos positivos você envolver outros olhares. Agora o que eu já observei assim de pontos negativos é essa interdisciplinaridade mesmo, por exemplo: a gente teve uma troca de professores na escola e a

professora que entrou ela não tava acostumava a trabalhar nessa perspectiva ela trabalha sozinha, ai assim o experimento ele fica carente, por que ele já fica sem a participação daquela área e fica isolado. Eu já vi assim professores assim, professores que eu relato como eu novos, inexperientes, que estão iniciando e que tem aquele anseio de reproduzir só o conteúdo disciplinar e tem um foco, de que eu preciso cumprir com a minha meta preciso cumprir com aquela lista de conteúdos e não... Da que a pouco deixam de lado essa parte de convívio com outros colegas, de diálogos com outros colegas em função de fazer a sua parte bem feita e neste lado tão pecando. E então a experimentação que eu vivenciei ela teve essa parte assim de trabalhar de forma isolada, então levaram os alunos de aula, a gente fez o experimento teve a participação da universidade, então eu tava trabalhando a propriedade química do leite e ai eu voltei lá pra sala de aula e a biologia estava trabalhando com a classificação dos seres vivos aí você sai do laboratório fecho ali, você vai pra sala de aula, e vai trabalhar a classificação dos seres vivos... pra mim aquela atividade não teve sentido pros alunos por que ela foi feita de forma isolada. Ela não envolveu... se atividade experimental for feita no sentido de comprovar uma teoria e ela não discutida, não for problematizada, ela não vai ter sentido ela vai ser como uma atividade tradicional (FABIANA, 2016).

Para a professora Fabiana, alguns aspectos precisam ser considerados quando se pensa a experimentação no ensino de ciências. Trata-se do conhecimento prévio dos alunos e da diversidade de abordagens dos experimentos, considerando o nível de complexidade que os alunos possuem.

Bom os aspectos importantes que devem ser considerados é isso essencialmente eu penso que é isso... É tentar ver o fenômeno que vai acontecer ali naquele local mesmo que foi um experimento que você fez várias vezes como se fosse a primeira vez, por que. Porque você já pode ter realizado aquele experimento só que foi com um coletivo diferente e como a gente trabalha com aluno a gente trabalha com pessoas, e cada pessoa vai ter uma percepção diferente, então é importante você entender o nível do conhecimento daquela turma, a mesma atividade se você pode realizar ela no ensino fundamental e no ensino médio. Por exemplo: nós, essa atividade do pão que te falei antes atividade experimental, eu tive lá na minha formação inicial. Claro que lá na universidade a gente aprofundou muito mais os conceitos que não vou poder aprofundar lá no ensino médio, é a mesma atividade só com coletivo diferente, então tem que ter essa percepção de que contexto ela está sendo trabalhada e com quem, com que grupo eu to trabalhando que é pra dar um enfoque diferente (FABIANA, 2016).

7.2.1.2.3 A experimentação investigativa: o aluno como protagonista

A professora Regina acredita que a experimentação favorece o aprendizado, pois o aluno é protagonista do processo de aprendizagem. Apesar das dificuldades encontradas, como o comportamento dos alunos, a motivação em aprender ainda assim é percebida. Para a professora a experimentação investigativa é a mais adequada, pois possibilita o desenvolvimento das habilidades processuais da

ciência: observação, elaboração de hipóteses, discussão e comunicação dos resultados.

Desenvolvi minha pesquisa de mestrado e utilizei a experimentação em vários momentos, durante a realização das oficinas temáticas. Acredito que a experimentação auxilia e favorece o processo de ensino e aprendizagem, sendo que os estudantes participam de forma ativa dessas aulas. Utilizo a experimentação na escola de Ensino Fundamental, que atuo como professora de Ciências a 3 meses. No momento estou desenvolvendo experimentos com estudantes do 6º ano relacionados a “Cores”, para os mesmos apresentarem na feira de Ciências. Observação: No Ensino Fundamental não é muito fácil trabalhar com experimentos, pois é difícil manter o controle da turma. Porém, diferentemente de uma aula puramente teórica, percebo que os alunos ficam muito mais motivados. [...] Já utilizei vários experimentos, mas prefiro as atividades experimentais investigativas, que o estudante não recebe nenhum roteiro a ser seguida do tipo “receita de bolo”. O estudante nesse tipo de atividade realiza testes, levanta hipóteses, discute resultados dentre outros (REGINA, 2016).

A experimentação é considerada pela professora Regina uma ferramenta didática que favorece o aprendizado, pois possibilita a participação ativa dos alunos. Os aspectos positivos apontados pela professora destacam a aprendizagem ligada à motivação e participação efetiva dos alunos. Os aspectos negativos se relacionam com o comportamento dos alunos durante as atividades experimentais.

Com certeza. A experimentação é uma ferramenta que auxilia no aprendizado de forma positiva. Na maioria das vezes, a experimentação favorece a compreensão dos conceitos científicos.

Os aspectos positivos: aprendizado, motivação, participação dos estudantes nas aulas, interesse dos estudantes é maior. Os aspectos negativos: algumas posturas dos estudantes nas aulas que não são adequadas, falta de materiais e reagentes para a realização das práticas experimentais nas escolas (REGINA, 2016).

7.2.1.2.4 O fazer pedagógico e as abordagens de experimentação: relações explícitas

A relação entre o fazer pedagógico e as abordagens de experimentação defendidas pelas professoras Alice, Fabiana e Regina demonstram a preocupação com a aprendizagem dos conceitos científicos por elas explorado:

“[...] tenho certeza que favorece o aprendizado do aluno, [...] é uma construção do conhecimento deles” (ALICE, 2016). “[...] envolvimento que o estudante tem neste processo de construção da aprendizagem [...] como autor e ator, [...] ativo, [...] e o experimento ele envolve neste sentido a gente utiliza o experimento volto a frisar como problematização” (FABIANA, 2016). “[...] a experimentação é uma ferramenta que auxilia no aprendizado de forma positiva. Na maioria das vezes, a experimentação favorece a compreensão dos conceitos científicos” (REGINA, 2016).

Os termos construção e compreensão dos conhecimentos expressam o objetivo da experimentação. A professora Alice (2016) salienta a importância de ter clareza quanto ao objetivo da experimentação: *“Você está levando os seus alunos para o laboratório, você tem que ter um objetivo claro o que você quer que esses alunos aprendam no laboratório”*. Contudo, para a professora Fabiana (2016) a experimentação deve problematizar algo: *“[...] se a atividade experimental for feita no sentido de comprovar uma teoria e se ela não for discutida, não for problematizada, ela não vai ter sentido, ela vai ser como uma atividade tradicional”* (FABIANA, 2016). Nesta perspectiva de viabilizar a aprendizagem Galiazzi; Gonçalves (2004, p. 327) ressaltam que *“[...] ao pretender desenvolver uma atividade experimental com êxito, precisa ter como objetivo a aprendizagem dos alunos mais do que a transmissão de algum conhecimento pela prática”*.

As falas das professoras Alice e Fabiana explicitam como elas gerenciam a aprendizagem por meio da experimentação dos alunos. A professora Alice utiliza a discussão do que deu errado, instigando o levantamento de hipóteses e a investigação das causas, mas sempre se colocando como mediadora desta situação:

“[...] Já aconteceu de eles fazerem e não dar certo geralmente eu coloco a pergunta: por que o da mesa do lado deu certo e o de vocês não deu certo? Então a gente costuma se questionar [...] começam a levantar hipóteses por que não deu certo... isso já é uma parte de pesquisa [...] mas eles conseguem se perguntar, as vezes eles não conseguem sozinhos chegar por que não deu certo, mas eu vou ajudando e eles conseguem perceber por que não deu certo” (ALICE, 2016).

Para Galiazzi; Gonçalves (2004, p. 327) é necessário *“estar atento ao aluno, percebendo seu conhecimento e suas dificuldades, que podem ser identificados a partir da observação atenta do professor nas ações dos alunos em aula”*. A professora Fabiana também incentiva a discussão e a investigação no sentido da produção dos conhecimentos científicos evidenciados na experimentação, afastando-se da ideia de comprovação de teorias como legitimação dos conhecimentos:

“[...] uma visão que os experimentos existem para comprovar algo científico, feito pra legitimar o verdadeiro, então a gente tinha que destoar essa percepção deles e mostrar que não, mesmo que o experimento dê errado é esse processo que é válido e aí que a gente tá construindo o conhecimento junto com o aluno, incentivando o aluno a pesquisar produzir cientificamente a partir do experimento e que o experimento não é feito para comprovar nada” (FABIANA, 2016).

A visão simplista sobre a experimentação é algo comum entre professores e alunos da área das ciências e que conforme Galiuzzi; Gonçalves (2004, p. 327) “[...] muitas dessas visões pessoais estão cunhadas pelo empirismo do observar para teorizar”. Em suas pesquisas esses autores nos apontam a relevância do planejamento das atividades experimentais, “que é a possibilidade de enriquecer o conhecimento sobre a natureza da ciência, pois esse conhecimento influencia a aprendizagem dos estudantes na atividade experimental” (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004, p. 327).

7.3 EXPERIMENTAÇÃO CONTEXTUALIZADA E INTERDISCIPLINAR: IMPRESSÕES E DESAFIOS

Esta categoria objetiva expor e debater as concepções das professoras quanto aos termos contextualização e interdisciplinaridade, buscando entender as confluências e as possibilidades sinalizadas para a sala de aula numa perspectiva da experimentação. Defende-se aqui a experimentação no viés da contextualização e da interdisciplinaridade, e então o conhecimento das concepções das professoras quanto a estes termos pode clarear as impressões e implicações possibilitadas em sala de aula por meio da experimentação contextualizada e interdisciplinar.

7.3.1 Contextualização e Interdisciplinaridade: saberes e fazeres no contexto escolar

A primeira ideia de contextualização evidenciada pela professora Alice é a relação entre teoria e prática. Ela enfatiza mais de uma vez na sua fala que a experimentação viabiliza a contextualização dos conteúdos abordados. É possível constatar uma estreita relação entre a contextualização e a interdisciplinaridade, revelada na fala da professora Alice.

De contextualização primeira, eu acho que a gente passa muitos conteúdos para os alunos e às vezes a gente não contextualiza, acho que quando eu levo. eles pra fazer experimentação eu tô contextualizando aquele conteúdo que eu dei. E isso vai ajudar eles a compreender e entender o que a gente fala na teoria, então essa parte de contextualizar é importante. Na biologia é muito bom por que você consegue envolver a química, você consegue envolver a física, você consegue a geografia, muitas vezes a geografia você

consegue também colocar a história por que você vai querendo ou não falar da história da ciência, então você tá falando de tal época eles estavam fazendo esse experimento gente e no mundo o que estava acontecendo? Você consegue contextualizar e daí você consegue utilizar a interdisciplinaridade, por que você consegue envolver outras disciplinas, tem algumas disciplinas que é mais difícil você envolver, mas quando você faz experimentação você contextualiza com os alunos e acaba envolvendo várias outras disciplinas (ALICE, 2016).

A contextualização para a professora Alice relaciona-se diretamente com o fazer do professor, onde o aluno “enxerga” o que está sendo apresentado em sala de aula: “[...] quando eu levo, eles pra fazer experimentação eu estou contextualizando aquele conteúdo que eu dei” (ALICE, 2016). Outro aspecto relevante é a conexão entre a contextualização e interdisciplinaridade: “[...] você consegue contextualizar e daí você consegue utilizar a interdisciplinaridade, por que você consegue envolver outras disciplinas” (ALICE, 2016). Enfim, a concepção de contextualização apresentada pela professora Alice está associada à comprovação de uma teoria por meio da experimentação. A interdisciplinaridade é promovida pela integração com outras disciplinas.

Entretanto para a professora Fabiana (2016) a contextualização é o meio em que se está inserido. Ela enfatiza a relação com o nível de conhecimento do aluno: “[...] contextualizar é [...] pra mim envolve isso o meio em que estou inserida, [...] o nível de conhecimento que meu aluno lá em sala de aula tem, contexto é esse”. Já o conceito de interdisciplinaridade está relacionado com a integração de conteúdos, onde cada profissional especializado participa contribuindo com explicações para o fenômeno estudado: “[...] na minha percepção eu vejo a interdisciplinaridade assim como diferentes sujeitos participando [...] penso em uma pessoa isolada tentando fazer o trabalho interdisciplinar [...] eu acho um pouco inviável essa concepção na prática”.

Bom, são dois termos bem divergentes na verdade e com vertentes teóricas que divergem também entre elas, por exemplo: contexto, contextualizar é o termo contextualização pra mim envolve isso o meio em que estou inserida, o contexto em que eu estou inserida o nível de conhecimento que meu aluno lá em sala de aula tem, contexto é esse. [...] Interdisciplinaridade pra mim é quando envolve diferentes olhares, diferentes disciplinas é uma relação entre as disciplinas. Eu já fui em oficinas e mini cursos em que se falava dessa dificuldade em trabalhar com colegas e a professora que estava ministrando o mini curso ela disse eu como bióloga eu posso fazer esse trabalho interdisciplinar que eu vo ta falando de um fenômeno e eu vo ta aproximando algumas coisas que são da química, algumas coisas que são da física, então é ai que eu te digo que entram as divergências teóricas para alguns pra ser interdisciplinar te que ter vários sujeitos participando, outros tem essa visão que uma pessoa só vai conseguir fazer esses olhares

diferentes. Bom, na minha percepção eu vejo a interdisciplinaridade assim como diferentes sujeitos participando, eu venho dessa vertente teórica de formação inicial então eu fui constituída assim, quando eu penso em uma pessoa isolada tentando fazer o trabalho interdisciplinar eu não consigo, compreender como isso se, teoricamente sim, mas lá na prática não vejo muita perspectiva de trabalho, por que é muito difícil pro um professor que já tem todo sua carga de conteúdo que a gente tem que dar conta, ainda estudar lá química, física pra explicar e dar conta de tudo isso, eu acho um pouco inviável essa concepção na prática (FABIANA, 2016).

Para a professora Regina a concepção de contextualização está relacionada com a problematização de um tema vivenciado pelo aluno, considerando os conhecimentos prévios dos mesmos. O termo interdisciplinaridade relaciona a cooperação dos professores de áreas específicas atuando conjuntamente.

Contextualização no meu ponto de vista vai além de citar exemplos do cotidiano, é problematizar, por exemplo, uma temática que faz parte da vida dos estudantes, levando em consideração seus conhecimentos prévios. [...] Interdisciplinaridade é a união de diferentes disciplinas, cooperação dos professores para o planejamento das aulas e também atuação em conjunto entre os professores (REGINA, 2016).

7.3.1.1 Concepções de contextualização e interdisciplinaridade proclamadas pelas professoras: inserir e integrar saberes

A partir da observação das falas das professoras é possível destacar que as concepções de contextualização estão ligadas no sentido de privilegiar o lugar em que o aluno se encontra. As professoras Fabiana e Regina apresentam a ideia do contexto por meio da relação entre a escola e a vida. Já a professora Alice se preocupa no sentido de que o aluno perceba que aquilo que ela ensina na sala de aula seja passível de experienciar no laboratório, configurando o contexto em que a prática revela a teoria.

Kato; Kawasaki (2011, p. 36) investigaram diferentes concepções de contextualização do ensino encontradas em documentos curriculares oficiais e em professores de Ensino de Ciências e de Biologia, e constataram que “a contextualização do ensino toma forma e relevância no ensino de ciências, já que se propõe a situar e relacionar os conteúdos escolares a diferentes contextos de sua produção, apropriação e utilização”.

E neste ínterim surge o cotidiano, que para estes autores “deve permitir dar significado ao conteúdo curricular, fazendo a ponte entre o que se aprende na escola e o que se faz, vive e observa no dia a dia” (KATO; KAWASAKI, 2011, p. 46).

Se tratando destas relações, a interdisciplinaridade aparece como algo que promove a contextualização, no sentido de transcender aquilo que é próprio de uma disciplina, que necessita de explicações advindas de outra área do conhecimento.

E então, a concepção de interdisciplinaridade defendida pelas professoras revela a ideia de interação entre os profissionais de cada área do conhecimento. E neste sentido, Hartmann; Zimmermann (2007, p. 197) entendem que o trabalho indisciplinar é “aquele realizado por dois ou mais professores que, por meio do diálogo, negociam entre si atividades conjuntas com o objetivo de conectar saberes específicos das suas disciplinas para o estudo de um objeto de conhecimento comum”.

7.3.1.2 A contextualização e a interdisciplinaridade: o que se faz e o que é possível fazer?

A concepção de contextualização e interdisciplinaridade defendida pelas professoras é explicitada nos seus fazeres e também viabilizada nas possibilidades da sala de aula. A professora Alice percebe que a área da biologia não está desvinculada das outras áreas, considerando o contexto do Ensino Técnico no qual ela atua. No relato da professora Alice, a área da biologia é requisitada nas explicações para fenômenos abordados em outras áreas do conhecimento. A interdisciplinaridade revelada na prática acontece nas interferências que a própria professora Alice permite, quando corrige os textos dos alunos envolvendo a língua portuguesa ou quando procura colegas de áreas a fins para discutir e viabilizar projetos.

Sim não tem como eu separar só biologia num curso aqui no técnico em química isso é muito mais evidente, por que como o primeiro ano a biologia tem muito haver com a química eles tem disciplinas específicas eles trazem o que eles aprenderam pra sala de aula pra aula de biologia, então ta envolvendo o tempo inteiro. [...] na biologia, a química a física, a geografia a história eu consigo envolver, no ano passado a gente sempre trabalha com português obviamente, mas no ano passado eu fiz um pedido pra eles trabalharem com alguma produção de texto e fiz correções de biologia e correções de português os maiores erros estavam no português então ali deu pra envolver também, matemática também consigo envolver com a biologia, às vezes algum, conteúdo não fecha, mas outros puxam a matemática o tempo inteiro. [...] tem possibilidades, mas não aconteceu com a área da química, o que aconteceu foi eu chamar o professor da área das agrárias que é um agrônomo, por que ele trabalha com o vírus em maracujá então como eu faço dou vírus e bactérias em laboratório atividade de bactérias eu sei fazer, mas de vírus a única coisa que eu posso trabalhar é

vírus em planta então esse professor eu já chamei para me ajudar conversei com ele neste ano pra me ajudar a gente foi atrás dos maracujás e ele trouxe o material pra minha aula prática, explicou ele não estava junto no momento da aula prática, mas ele explicou pra mim em passou material fez todo trabalho pra aula prática de vírus, então ele ajudou. Outra coisa importante aqui é que tem os professores de biologia que ajudam geralmente quando eu não sei alguma coisa ou eu vejo uma prática e eu nunca fiz vou fazer a primeira vez a professora de biologia, o professor que eu estou substituindo também me passou algumas práticas, também em ajudou. Outro professor que era substituto que foi embora também me ajudou até um dia ele foi, esse outro professor foi no laboratório comigo e agente fez junto preparou junto as lâminas pra os alunos poderem visualizar, aí aconteceu de antes da aula prática, eu ter auxílio dos colegas, mas durante as aulas práticas não aconteceu. Essa foi a minha conclusão a partir do que ela falou: Exatamente a interdisciplinaridade acontece nas minhas aulas com a minha interferência. [...] no magistério a gente leu muito isso, mas eu não lembro de nenhum autor [...] na faculdade eu não lembro [...] (ALICE, 2016).

A professora Fabiana relaciona seus fazeres com a metodologia que utiliza em sala de aula, e a situação de estudo é considerada contextualizada e interdisciplinar. A aplicação desta estratégia encontra dificuldades, pois envolve tensões, provocações e resistência por parte dos professores que a aplicam, tendo em vista que os temas estudados abarcam conceitos de outras disciplinas, as áreas precisam “conversar” entre si.

Olha na proposta de situação de estudo, a proposta e trabalhar de forma contextualizada e interdisciplinar essa escola que eu trabalho como eu disse desenvolve a situação de estudo desde 2005 então ta agora aparentemente bonito o trabalho, mas é um trabalho que ele vem sendo feito em espirais, é com tensionamentos, com provocações, com envolvimento e isso é ótimo que aconteça, é bom que tenha essa resistência por parte de uns. A professora que tinha maior resistência em trabalhar de forma interdisciplinar lá no 2005 , 2006, hoje ela é mestre, por que ela ficou tão provocada com isso que ela foi busca a formação na área específica da educação, é então é bem emocionante pra gente que está lá na prática, ver esse tipo de professora, ela pra mim é um exemplo a ser seguido. [...] Isso ela não conseguia trabalhar dessa forma e ela queria entender melhor esse processo, esse processo interdisciplinar e contextualizado e ela foi buscar esse conhecimento teórico. [...] numa das primeiras situações de estudo era conhecendo o câncer um caminho para a vida e eu lendo as transcrições, ela dizia: mas como eu vou trabalhar, eu vou trabalhar com radiação e daí, vô só poder trabalhar fenômeno ondulatória e daí o que eu vou evoluir partir disso, ela não sabia como ela ia contextualizar esse conteúdo com as demais colegas, a biologia estava trabalhando a citologia então ficava fácil trabalhar o câncer, mas ela é da física ela não conseguia se colocar nesse espaço.[...] Ela foi tão instigada que ela buscou pra ressignificar a prática dela ela fez o mestrado pra isso pra voltar pra educação básica e quando a gente pergunta agora vai fazer concurso vai pro instituto, não foi esse propósito, ela vai continuar na rede estadual e foi por uma busca pessoal (FABIANA, 2016).

A professora Regina utilizou a abordagem contextualizada e interdisciplinar na pesquisa de mestrado e acredita que o ensino e aprendizagem possam ser privilegiados por meio destas abordagens.

Na minha pesquisa de mestrado abordei a temática “Cores” na disciplina de Química e relatei a mesma com outras disciplinas, como: Física e Biologia, porém não foi interdisciplinar, pois não atuei em sala de aula com os professores das disciplinas. Através da temática em questão foi possível contextualizar os conteúdos científicos. Acredito que a interdisciplinaridade e a contextualização são muito importantes para o ensino e aprendizagem dos estudantes (REGINA, 2016).

As falas das professoras expressaram que é possível fazer em sala de aula um ensino contextualizado e interdisciplinar. As resistências apresentadas pelos professores para a utilização deste tipo de abordagem relacionam-se mais diretamente com a falta de entendimento, a necessidade de “sair da sua zona de conforto” e com o enfrentamento do desconhecido e não experienciado, pois o novo causa estranheza.

Thiesen (2008, p. 550) afirma que “o mundo está cada vez mais interconectado, interdisciplinarizado e complexo”, exigindo que a escola acompanhe este cenário de mudanças contemporâneas, transformando o olhar disciplinar em interdisciplinar, promovendo a inteligência interdisciplinar no sentido “[...] de integrar o que foi dicotomizado, religar o que foi desconectado, problematizar o que foi dogmatizado, e questionar o que foi imposto como verdade absoluta” (THIESEN, 2008, p. 551).

Os relatos das professoras apresentam a necessidade da contextualização e da interdisciplinaridade nos fazeres da sala de aula, pois os contextos oportunizados exigiram estas abordagens. As relações estabelecidas entre professores, alunos e objetos de estudo promovem contextos, construções e produções de sentidos numa complexidade posta pela realidade. Thiesen (2008, p. 551) enfatiza que

O enfoque interdisciplinar aproxima o sujeito da sua realidade mais ampla, auxilia os aprendizes nas complexas redes conceituais, possibilita maior significado e sentido aos conteúdos da aprendizagem, permitindo uma construção mais consistente e responsável.

7.3.2 Experimentação contextualizada e interdisciplinar: perspectivas e possibilidades

Os experimentos do livro DC foram aplicados em diversos contextos escolares. As professoras Alice, Fabiana e Regina realizaram alguns experimentos e puderam perceber as possibilidades e limites desta proposta experimental. Cada professora escolheu os experimentos do livro DC considerando o contexto de aplicação e de discussão dos conceitos científicos viabilizados por meio da experimentação contextualizada e interdisciplinar.

7.3.2.1 Experimentação do livro DC proporcionada no contexto escolar

A professora Alice utilizou experimentos do capítulo 9 – Composição química e ação biológica dos alimentos: “[...] a composição química da célula e aí neste contexto é que eu trabalhei as práticas do livro por que o livro traz várias atividades que a gente pode demonstrar para os alunos esses componentes químicos da célula, onde eles estão [...]” (ALICE, 2016). O contexto vivenciado pela professora Alice possibilitou a percepção das abordagens declaradas pelas autoras do livro DC: “[...] o livro deixa bem claro a união das duas coisas e os experimentos que a gente faz também, os que eu fiz também em sala de aula eles também conseguiram perceber que a química e a biologia naqueles experimentos estavam andando juntas” (ALICE, 2016).

A professora Fabiana também desenvolveu experimentos do capítulo 9 – Composição química e ação biológica dos alimentos, numa situação de estudos, na ocasião “[...] em que a prof de biologia estava trabalhando o sistema digestório e é nesse contexto que a gente trabalhou o experimento aqui, como acontece a digestão dos carboidratos, a digestão das proteínas, o pH do estômago” (FABIANA, 2016).

No trabalho em sala de aula a professora Fabiana consegue observar a intenção da proposta experimental do livro DC: “[...] o livro [...] trabalhou de forma contextualizada, talvez sem se dar conta, achando aquilo muito bom, por que ela (professora) viu o envolvimento dos alunos sabe, então sim a gente consegue perceber que as atividades são integradas elas tem diferentes olhares aqui não só o químico” (FABIANA, 2016). Também menciona as leituras proporcionadas nos

“Aprofunde seus conhecimentos...” e observa a visão integradora das ciências, conforme destacado em negrito.

Por exemplo: nessa elaboração no aprofunde seus conhecimentos [...] tem vários conceitos químicos, compostos fenóis, [...] pigmentação [...] pigmentos marrons, melaninas, maçãs. [...] pensar na alquimia culinária, [...] se for pensar somente na visão da química, que foi a proposta com que foi escrita, ela tem um tom, mas a gente pode pensar toda essa perspectiva aqui envolvendo outras áreas, a gente vê que neste livro tem **aproximação não só de uma visão, mas de uma visão integrando as ciências** (FABIANA, 2016).

Já a professora Regina utilizou o experimento do item 8.1: Sentindo os alimentos: propriedades organolépticas (experimento 2) e 8.2 Caracterizando os alimentos física e quimicamente (experimentos 3 e 10), no contexto da disciplina de Instrumentação para o laboratório de Química, realizada no final do curso de Licenciatura em Química. Neste sentido a professora Regina aplica os experimentos considerando a proposta do livro DC: “As atividades foram elaboradas para serem aplicadas juntamente entre os professores de Química e Biologia, pois envolvem conhecimentos dessas disciplinas” (REGINA, 2016).

Utilizei o experimento do item 8.1 Sentindo os alimentos: propriedades organolépticas. Experimento 2 – em que os estudantes deveriam utilizar uma venda de olhos e identificar por meio do odor (olfato) os alimentos que estavam contidos em copinhos plásticos, como: cravo, canela, iogurte, café, bala de hortelã e outras. Essa atividade foi desenvolvida para a abordagem da análise sensorial. 8.2 caracterizando os alimentos física e quimicamente. Experimento 3 – foi entregue frascos transparentes, sem identificação para os estudantes, e eles como investigadores deveriam fazer a identificação dos frascos, sem tocar e experimentar as amostras. Os estudantes deveriam testar as amostras com vinagre, suco de limão e água. Essa atividade foi realizada para a abordagem de propriedades físicas e químicas. Experimento 10 – foi entregue amostras de banana, maçã, batata e manga, que foram divididas em dois pedaços e realizados testes com suco de limão em um dos pedaços, os estudantes deveriam analisar por um determinado tempo e comparar o pedaço que havia suco de limão e o que não havia. Também nessa atividade os estudantes deveriam testar as amostras anteriormente citadas e também bolacha doce e salgada com fitas reagentes de glicose que deveriam ser imersas nas amostras. Os estudantes deveriam observar depois de um determinado tempo a cor presente nas fitas e tentar descobrir o que ela estava identificando. Ainda foi realizado teste para a identificação de amido, por meio da solução de iodo em cada amostra (REGINA, 2016).

É possível observar nas falas das professoras determinados termos que elas utilizam para identificar a proposta do livro DC, destacadas em negrito: “[...] química e a biologia naqueles experimentos **estavam andando juntas**” (ALICE, 2016), “[...] aproximação não só de uma visão, mas de uma **visão integrando as ciências**”

(FABIANA, 2016) e “[...] as atividades foram elaboradas para serem aplicadas juntamente entre os professores de Química e Biologia, pois **envolvem conhecimentos** dessas disciplinas” (REGINA, 2016). Para essas professoras ficou claro que a experimentação cunhada no livro DC tem um viés contextualizador e interdisciplinar.

7.3.2.2 Experimentação proposta pelo livro DC: possibilidades e limites

A professora Alice acredita na experimentação contextualizada e interdisciplinar como algo importante, que envolve o todo, possibilitando discutir o entorno no qual o conceito está inserido: “[...] o conhecimento não fica só naquele ponto, só proteína, envolve todo um conteúdo em que eles vão entender a importância das proteínas, por que comer proteínas, aonde a proteína vai atuar no corpo, então esse aprofundar os conhecimentos é muito importante, tem que ter essa contextualização pra eles verem que não é um ponto, mas que tudo faz parte de uma coisa maior” (ALICE, 2016).

Os experimentos apresentados no livro DC são de fácil manuseio e aquisição, e sobre isso a professora Alice ressalta que os alunos, ao realizarem esta experimentação, percebem os resultados e os materiais necessários que possibilitam a aplicação em sala de aula. Contudo, quanto às dificuldades encontradas na aplicação dos experimentos, estas se relacionam com a falta de manipulação dos reagentes: “[...] eu acho que dos quatro experimentos que eu fiz o que foi um pouquinho mais difícil para os alunos foi o teste de biureto. [...] eu acho que foi difícil [...] assim por que eles não são acostumados em ir o laboratório, eles tinham um pouco de medo [...]” (ALICE, 2016).

É importante por que geralmente esses alunos do ensino fundamental e no ensino médio eles não estão acostumados a trabalhar no laboratório. [...] ainda, pela adolescência, idade, eles ainda se atrapalham, se distraem. [...] os experimentos simples que dá um resultado que logo vêem, é mais fácil pra eles assimilarem pra eles depois relacionarem com outra coisa. [...] com que o livro trouxe, dá opções de materiais, por exemplo: que nem aqui tenho laboratório, mas na outra escola que eu trabalhei não tinha então poderia fazer em sala de aula sem ter um laboratório, então isso é bom e muito importante (ALICE, 2016).

Para a professora Fabiana a experimentação contextualizada e interdisciplinar é fundamental, e em seu relato menciona a teoria de aprendizagem de Vigostky. Ela explicita a importância de ser significativo, do diálogo e da interação entre o grupo que realiza o experimento.

[...] eu diria que é fundamental para o aprendizado, para o aprendizado com significado, e pra mim ter um significado, pra ser significativo na minha vida, os signos lá do Vigostky, pra eu conseguir ter esse significado eu preciso então chegar. Primeiro o Vigostky também fala muito nessa questão da interação social e das diferentes zonas de aprendizagem. Então daqui a pouco o próprio experimento que feito em grupo, e eu tô conversando com

meu colega, e tinha uma percepção inicial, [...] meu colega do lado tinha um a outra percepção a gente vai com um questionamento pra professora e aí a gente vai construindo junto esse conhecimento. E a aprendizagem vai ter um significado para o estudante por que partiu do meu pressuposto, da minha dúvida, daquilo que me instigou então eu acredito que é fundamental (FABIANA, 2016).

Quanto à proposta dos experimentos serem de fácil manuseio e aquisição, a professora Fabiana defende isso como algo que viabiliza a experimentação em escolas que não possuem laboratório. Ainda enfatiza que os alunos não têm dificuldade na realização dos experimentos, e que existe cumplicidade e envolvimento.

[...] isso não vai impedir que o professor realize o experimento, por que essa simplicidade favorece para que eu possa desenvolver lá na sala de aula, sem precisar de uma alta tecnologia de um microscópio super sofisticado pra mim conseguir desenvolver esse experimento. Então é essa simplicidade que vai facilitar e vai propiciar que o trabalho seja desenvolvido. É bem importante que seja isso, algo que seja simples e que seja instigador e muito próximo ao cotidiano. Por isso que ele é contextualizado aproxima muito de situações da vivência dos estudantes. [...] Eles têm uma facilidade para desenvolver experimento, eles gostam eles se envolvem, eles não tiveram dificuldade de fazer foi muito bacana. Sim eles discutiram [...] (FABIANA, 2016).

A professora Regina acredita ser relevante a proposta de experimentação contextualizada e interdisciplinar. Além disso, salienta que as dificuldades estão relacionadas ao comportamento dos alunos durante a experimentação, mas relata que conseguiu atingir seus objetivos durante a aplicação dos experimentos.

Acho relevante, pois os experimentos se encaixam nesse tipo de proposta. Não tive dificuldades, testei os experimentos antes de aplicar. Os estudantes tiveram algumas dúvidas durante a realização dos experimentos, porém conseguiram compreender de forma correta. Como apliquei com estudantes da 1ª série do Ensino Médio, foi difícil controlar a turma no laboratório, estavam inquietos, pois era a primeira vez no laboratório, mas aos poucos foram se acalmando. Os estudantes trabalharam em grupo e durante a aula muitas discussões ocorreram sobre as atividades propostas. Nos questionários aplicados durante a realização das práticas, consegui acompanhar o entendimento das atividades propostas e também dos conteúdos científicos que estavam relacionados (REGINA, 2016).

A professora Regina ressalta que a proposta de experimentação é viável para o contexto escolar, considerando a falta de laboratório e o fácil manuseio e aquisição de materiais.

As atividades experimentais podem ser desenvolvidas na escola com certeza, pois os reagentes são de fácil acesso e de baixo custo, a execução das práticas podem ser realizadas pelos estudantes e as práticas não são demoradas, são simples e permitem o entendimento de vários assuntos e conceitos científicos por parte dos estudantes (REGINA, 2016).

As professoras Alice, Fabiana e Regina consideram viável a proposta experimental do livro DC e percebem que a simplicidade dos materiais e sua fácil aquisição propicia sua execução em sala de aula. Também constataram na execução dos experimentos que os alunos conseguem entender os conceitos científicos envolvidos, pois o contexto no qual estão inseridos é de alta vivência.

7.3.2.3 Os questionamentos e os aprofundamentos: relações possíveis no livro DC

Os questionamentos que aparecem no transcorrer dos experimentos do livro DC pretendem favorecer a discussão dos conceitos químicos e biológicos em sala de aula. A professora Alice (2016) explicita que “[...] esses questionamentos é que fizeram eles entenderem o que estava acontecendo, e fizeram a gente depois discutir sobre o experimento, mas foram questionamentos importantes e que fizeram eles refletirem sobre o que eles estavam fazendo”.

A professora Fabiana explica que os questionamentos possibilitam o diálogo entre as áreas (Química e Biologia) no contexto em que está sendo proposta a experimentação, e a partir disso exemplifica:

[...] qual a melhor forma de preparar uma salada de frutas considerando os dados obtidos no experimento anterior que é o experimento 9, seria [...] aqui a profe de química que não é a minha área iria trabalhar o processo de oxidação e tudo mais [...], mas a biologia como eu comentei anteriormente pode a partir desse experimento como a gente fez trabalhar o processo de digestão, e dentro do meu organismo o que vai acontecer, então lá a reação [...] pra mim entender o processo de digestão eu preciso entender o processo químico e muitas vezes ele é limitado, mas assim por exemplo como que acontece quando eu mastigo esses alimentos, quando eu mastigo a maçã o pêssego, pêra o que, que vai acontecer, aonde e em que parte do meu organismo ela vai ser digerido, como isto é metabolizado aí entra as questões biológicas, então a partir desse fenômeno químico eu consigo sim envolver a biologia, trabalhar conceitos biológicos (FABIANA, 2016).

Já a professora Regina entende que os questionamentos permitem uma melhor discussão das atividades “[...] são informações adicionais que auxiliam e

aprofundam melhor os conhecimentos, permite uma melhor discussão das atividades”.

Os textos do “Aprofunde seus conhecimentos...” no livro DC tem a intenção de fomentar a leitura de outras fontes que não os textos dos livros didáticos. Sobre isso, a professora Fabiana comenta que não trabalhou diretamente com estes textos, somente as professoras Alice e Regina mencionam sua utilização no desenvolvimento do seu trabalho como os alunos. A professora Fabiana expressa que mesmo não tendo utilizado as leituras do “Aprofunde seus conhecimentos...”, considera uma característica que diferencia o livro DC dos livros didáticos.

[...] é uma característica bem interessante que eu achei e é isso que diferencia este livro do livro didático, por que no livro está ali, aquele conceito puro e simples e pronto. E está ali aquele experimento passo a passo, como fazer, mas não está preocupado em como contextualizar esse experimento. Então esse livro, dá a oportunidade dessa contextualização, aparece aqui. E como eu falei, então o professor, que não sabe trabalhar de forma contextualizada, esse livro é maravilhoso, por que ele dá muitas oportunidades de trabalhar um contexto e buscar outras fontes (FABIANA, 2016).

A professora Regina (2016) considera “[...] muito importante, pois esse tipo de abordagem, como no caso da interdisciplinaridade, supera a fragmentação das disciplinas, permite uma melhor interação entre as disciplinas, ou áreas do conhecimento afim”. Constata-se que a professora Regina percebe as leituras do “Aprofunde seus conhecimentos...” como algo que possibilita a interação entre as áreas do conhecimento, mas não menciona se houve um interesse por parte dos alunos nas leituras e em pesquisas posteriores.

Ainda a professora Alice utilizou as leituras do “Aprofunde seus conhecimentos...” após a realização dos experimentos, em sala de aula, com a toda a turma. Ela também ressalta que promoveu conversas e questionamentos a partir das leituras.

Como a turma é dividida em dois grupos na prática, quando eu retornei com eles pra sala de aula a gente estava com a turma inteira, junto na sala de aula. Então passamos de novo os procedimentos, os questionamentos e no final, eu puxei alguns desses aprofundamentos que tem aqui, conversei com eles falei algumas coisas eles que não sabiam. Daí a gente conversou e questionou sobre isso, essa parte do aprofundamento eu usei desses experimentos (ALICE, 2016).

Além disso, a professora Alice explicita que as leituras proporcionaram a contextualização e a visão do todo, numa perspectiva de englobar aquilo que é maior.

[...] no explicar, no contextualizar então esse livro [...], isso bom. Por que você dá o experimento, os alunos comprovam aquilo que você falou na teoria, mas depois você consegue unir mais coisas aquilo. E então eles pensaram não apenas focado na proteína, no lipídio, mas que eles conseguem englobar isso no conhecimento maior (ALICE, 2016).

Os questionamentos possibilitam a participação dos alunos verbalmente ou de forma escrita, e os textos do “Aprofunde seus conhecimentos...” viabilizam leituras que movimentam interpretações, pesquisas, novas leituras, discussões e novos olhares frente ao que está sendo experimentado. A escrita, a leitura e a pesquisa são atividades essenciais quando se pensa aprendizagem, pois “[...] aprende-se Química falando Química, fazendo Química envolvendo-se em conversas instrutivas dentro do discurso da Química”. “[...] a fala se qualifica a partir do envolvimento na escrita” (MORAES; RAMOS; GALIAZZI, 2007, p. 197-198).

As formas de comunicação (fala, escrita e leitura) se consistem em ferramenta cultural. É por meio da fala que movimentamos os conhecimentos do cotidiano dos alunos, enquanto a leitura possibilita espaços de interação entre o lido, o conhecido, o interpretado e o sentido produzido a partir dos textos. Uma das maneiras de se promover esses fazeres em sala de aula é por meio da experimentação como “[...] atividade que pode ser qualificada pelo uso intensivo do falar, do ler e do escrever” (MORAES; RAMOS; GALIAZZI, 2007, p. 199).

É neste contexto de implicações que se defendem nesta pesquisa os questionamentos e os aprofundamentos como formas de “surgir e ressurgir” momentos de interação entre aluno–aluno, aluno–professor e aluno–texto, fomentando debates e oportunizando a fala, a escrita, a leitura e pesquisa em sala de aula. Enfim, essas interações se traduzem em momentos privilegiados de aprendizagem.

7.3.4 Impressões e percepções da aplicação do livro DC no contexto da escola

A palavra impressão tem sentido de “marca” ou “sinal que fica”. O significado de percepção está relacionado com “entendimentos e compreensões”. É neste

sentido que se observam as impressões e as percepções que as professoras entrevistadas manifestaram em suas falas quanto ao livro DC.

A professora Alice destaca como marcas que o livro DC apresenta: linguagem simples, material de fácil aquisição e com possibilidades de substituição desses materiais por outros. Também enfatiza como pontos positivos os questionamentos propostos nos experimentos, leituras do “*Aprofunde seus conhecimentos...*” e a contextualização.

Eu gostei muito do livro, acho que ele responde a todos os empecilhos que a gente tem na escola. Eu acho que se eu tivesse esse livro aqui, quando eu estava dando aula no ensino fundamental, nas séries iniciais, e não tinha laboratório, poderia me ajudar bastante. [...] ele tem uma **linguagem simples** de entender e traz coisas do dia a dia dos alunos. O material que tem aqui é o **material que você pode comprar em qualquer lugar**, não precisa ser num laboratório ou coisa assim e o que você precisa pra fazer também são coisas que você pode adaptar pegar na tua casa, levar e adaptar. Então isso é bom! Por que tem muitos livros que não trazem isso, tem que ser um béquer, [...] **te dá uma opção é um livro de fácil leitura**, [...] e outro ponto as **duas outras coisas** que eu acho importante [...] é aquelas **questões** que tem para o aluno pensar e essa parte do **aprofundamento dos conhecimentos**. [...] Aqui traz com o eu vou **contextualizar com o meu aluno**, o que eu posso colocar de questão pra ele e aprofundar os conteúdos. Isso vale destacar nesse livro além das outras coisas que a linguagem é fácil, o material, outras coisas são pontos muito positivos (ALICE, 2016).

Para a professora Fabiana o que ficou do livro DC como um sinal, é “[...] poder trabalhar de forma articulada e interdisciplinar com atividades simples”.

[...] embora que no livro a gente tenha mais essa visão química e biológica, a gente pegou as atividades daqui planejou junto com a profe de física então ela também teve esse envolvimento. [...] mesmo que abordagem seja química e biologia, dá abertura para outras áreas se envolverem. Então é muito interessante a proposta do livro em função disso dessa praticidade pra quem está lá no dia a dia na escola, e não tem esse tempo de ficar planejando. [...] vai poder trabalhar de **forma articulada e interdisciplinar com atividades simples**, possibilita criação. São atividades rápidas de realizar [...] (FABIANA, 2016).

Para a professora Regina o que marcou no livro DC foi a possibilidade de uso de materiais de baixo custo e de fácil manuseio, permitindo discussões de vários assuntos e conceitos científicos.

[...] as atividades experimentais podem ser desenvolvidas na escola com certeza, pois os reagentes são de fácil acesso e de **baixo custo**, a execução das **práticas pode ser realizada pelos estudantes e as práticas não são demoradas, são simples e permitem o entendimento de vários assuntos e conceitos científicos por parte dos estudantes** (REGINA, 2016).

Nota-se que as impressões e percepções do livro DC descritas pelas professoras indicam que os experimentos são simples e possíveis de execução, mesmo que a escola não tenha um laboratório. Os procedimentos são fáceis e não requerem habilidades específicas e centradas em um método, como aquelas evidenciadas, por exemplo, em uma titulação. As exigências para a manipulação dos experimentos são simples e dinâmicas, como manusear um copo, diluir em um recipiente, misturar com a colher. E esta era uma prerrogativa na elaboração do livro, pois se acredita que o simples e o cotidiano podem fazer emergir o extraordinário, daquilo que é ordinário (LUTFI, 1998).

Comumente, a queixa dos professores que atuam em escolas desprovidas de laboratório especializado é sempre o fato de que não é possível executar experimentos que exigem materiais e equipamentos sofisticados. Ressalta-se que se o objetivo dos experimentos for aprendizagem, então é necessário privilegiar:

[...] o envolvimento da linguagem na experimentação em Química, além de focalizar conceitos, procedimentos e valores em reconstrução pelos alunos, requer o desenvolvimento de um conjunto de habilidades, tais como formular hipóteses, classificar, observar, descrever, interpretar e argumentar (MORAES; RAMOS; GALIAZZI, 2007, p. 199).

A experimentação evidenciada no livro DC não tem como objetivo reproduzir experimentos científicos, mas sim escolares e contextualizados, problematizando situações e temas, para que o professor possa discutir implicações sociais, culturais, econômicas e de saúde. Nesse sentido, a percepção da professora Fabiana apresenta a ideia que defendo aqui, com a articulação dos saberes e a interdisciplinaridade. O contexto em que esta professora está envolvida é a “situação de estudo”, e esta metodologia exige ações interdisciplinares para que os estudos sejam efetivados no contexto escolar. Assim sendo, a proposta do livro DC favoreceu este contexto.

Nas impressões e percepções das professoras sobre a proposta experimental do livro DC ficam claras as possibilidades para a sala de aula: linguagem simples, materiais de fácil acesso e manuseio que promovem entendimentos articulados do fenômeno estudado de forma contextualizada e interdisciplinar.

8 ENSAIO RECONSTRUTIVO: PONDERAÇÕES E POSSIBILIDADES

O texto que agora surge tem o sentido de análise de algo que se constrói a partir da desconstrução. O ensaio reconstrutivo emana de interlocuções proporcionadas no transcorrer da pesquisa. As vozes que fundamentam e emergem nesta pesquisa foram constituídas pelos autores, atores e sujeitos que permaneceram dialogando de alguma forma com a pesquisadora. A desconstrução foi necessária no caminhar da pesquisa, possibilitando a reconstrução de partes de um todo que hora se juntam e se complementam.

A pesquisadora é também uma das autoras do livro DC, e neste processo foi necessário um distanciamento, que nem sempre se fez verdadeiro. Em alguns momentos o envolvimento era inevitável, noutros o afastamento era imprescindível. E como num equilíbrio dinâmico de reações irreversíveis, os produtos ou os reagentes eram formados.

A tese surgiu da desconstrução e da reconstrução por meio do questionamento contínuo, ao longo destas páginas e que ecoa em várias vozes: de alunos, de professores, de autores e principalmente da interpretação de quem escreve. É preciso responder ao questionamento: como os alunos de Ensino Fundamental (9º ano) e Médio, percebem e compreendem a proposta da experimentação contextualizada e interdisciplinar?

Na intenção de responder a este questionamento é importante “digerir” as diversas falas que os alunos expressaram em momentos e espaços distintos, e então se podem pontuar os seguintes aspectos: a experimentação contextualizada e interdisciplinar possibilitou o “movimento” das ideias dos alunos sobre o fenômeno estudado. Os questionamentos propostos durante os experimentos foram importantes na percepção dos conhecimentos prévios e também do uso da linguagem cotidiana e apropriação da linguagem científico escolar. Os textos apresentados no “*Aprofunde seus conhecimentos...*”, suscitaram interpretações e produções de sentidos a partir dos trechos lidos, favorecendo investigações e o movimento reconstrutivo do conhecimento científico escolar.

Outro aspecto elucidado nesta pesquisa: a importância da indissociação da teoria e prática. Os alunos têm a impressão de que aquilo que aprendem em sala de aula, que tem base teórica, de alguma forma pode ser comprovado por meio da

experimentação. E sobre isto Moraes; Ramos; Galiazzi (2007) alertam para a superação da ideia de que a realização do experimento pode por si só ensinar. Contudo num olhar mais atento poder-se-ia entender que este aspecto também pode estar associado à questão de se apresentar, por parte dos professores, os conteúdos de forma teórica e descontextualizada.

É fundamental olhar para as atividades experimentais como um momento/espço de compartilhar ideias, privilegiar significados daquilo que se vê, se experencia e se discute. O aluno enquanto sujeito de aprendizagem precisa ser ouvido, deixar que “manipule” seus pensamentos e explicações para que interaja com os colegas, com o professor e com o objeto da experimentação. É necessário o confronto das ideias prévias com o discurso da ciência.

Portanto, a inserção do diálogo na dinâmica da experimentação mediante os questionamentos que emergem antes, durante e depois do experimento realizado é fundamental. E sobre a importância destes, os alunos são categóricos em dizer que a reflexão proporcionada gera ações para além do experimento, atitudes de investigação e busca de respostas. E então, a construção de argumentos que respondam aos questionamentos propostos na experimentação por meio da leitura e da discussão em grupo como forma de validação das teorias pessoais colabora para a autonomia e a socialização do conhecimento.

Outro aspecto a destacar é a ideia da contextualização e da interdisciplinaridade como fundamento no planejamento e execução da experimentação, e esta foi muito bem aceita pelos alunos. As respostas mostraram a visão de que a complementariedade das áreas de biologia e química foram importantes para os entendimentos dos diversos fenômenos nos quais estão inseridos os alunos, como cidadãos. E aqui vale ressaltar que a abordagem interdisciplinar “aproxima o sujeito de sua realidade mais ampla, auxilia os aprendizes na compreensão das complexas redes conceituais e possibilita maior significado e sentido aos conteúdos da aprendizagem, permitindo uma formação mais consistente e responsável” (THIESEN, 2008, p. 551).

Retomando o questionamento que impulsionou tantas ações apresentadas nesta pesquisa, qual seja: quais as impressões e as implicações possibilitadas em sala de aula por meio da experimentação contextualizada e interdisciplinar por parte dos professores de Química e Biologia? O que foi possível “enxergar” nas falas das professoras? Inicialmente se percebe que suas concepções de experimentação,

contextualização e interdisciplinaridade movimentaram seus fazeres em sala de aula. A escolha dos experimentos do livro DC não foi aleatória, foram intencionadas frente às possibilidades de discussão, de aprendizagem e do contexto no qual estavam inseridas.

A experimentação contextualizada e interdisciplinar evidenciada no livro DC por si só não garante a prerrogativa de ser contextualizada e interdisciplinar. É necessário que os sujeitos envolvidos neste contexto estejam dispostos a vivenciar, problematizar e discutir o que está em torno. E isto ficou evidente nas falas das professoras que aplicaram alguns experimentos do livro DC, além da cumplicidade e do comprometimento com a aprendizagem dos alunos a partir da experimentação.

E então o planejamento da experimentação toma um lugar de excelência para que se possa pensar no professor como mediador e promotor de discussões que vão além dos conteúdos conceituais, permitindo a problematização de situações reais, providas de significados. É imprescindível que o professor evite a realização do experimento pelo experimento, distante das implicações sociais, não contribuindo para os entendimentos de mundo e, conseqüentemente, não favorecendo o processo de apropriação dos conceitos científicos presentes. E neste viés, pensar a experimentação é privilegiar um momento/espço de conversa sobre os fenômenos observados e experienciados, onde a voz do aluno deve aparecer quando se pretende a aprendizagem.

A aproximação das professoras entrevistadas com o livro DC foi oportunizada pela característica que o identifica: a contextualização. E esta foi efetivada pela discussão de diversos contextos de vivência, permitindo que tanto os professores de Química como de Biologia dialogassem através do mesmo objeto de estudo, buscando entendimentos em outras áreas do conhecimento. A interdisciplinaridade, outra marca identificada pelas professoras, surge como possibilidade de integração dos conhecimentos nos contextos escolares, proporcionada pelo diálogo, como uma epistemologia de fronteira (FURLANETTO, 2014).

Nas falas das professoras evidenciaram-se as possibilidades de aplicação da proposta experimental do livro DC, a partir das características que lhe são intrínsecas: materiais de fácil manuseio e acesso, abordagem contextualizada e interdisciplinar. A falta de entendimento e o enfiamento do desconhecido estão

entre as justificativas para as resistências apresentadas pelos professores para a utilização deste tipo de abordagem.

É importante lembrar, como bem atenta Thiesen (2008, p. 550), que “o mundo está cada vez mais interconectado, interdisciplinarizado e complexo”, exigindo que a escola acompanhe este cenário de mudanças contemporâneas, transformando o olhar disciplinar em interdisciplinar, promovendo a inteligência interdisciplinar no sentido “[...] de integrar o que foi dicotomizado, religar o que foi desconectado, problematizar o que foi dogmatizado, e questionar o que foi imposto como verdade absoluta” (THIESEN, 2008, p. 551). E neste contexto a desconstrução e a reconstrução são inevitáveis para se pensar fora da sua zona de conforto.

O percurso de construção desta tese foi recheado por percalços e desafios, obstáculos próprios de quem pesquisa, e precisa dar respostas. As respostas apresentadas são reflexões sobre os sujeitos que vivenciaram partes do livro DC, recortes de experimentação e que de alguma forma expressam suas ideias sobre isso. O que se pode concluir? O livro é excelente, maravilhoso, cumpriu seu propósito? A sua aplicabilidade e potencialidade é somente efetivada na sala de aula, por meio dos sujeitos que se dispõem a discutir e vivenciar o contexto proposto.

A defesa é de que a experimentação, quando vem dentro de um contexto de alta vivência, onde os alunos podem contribuir com suas ideias e o professor tem liberdade de planejar a partir das suas concepções de ciência e aprendizagem, num diálogo de saberes com outras áreas do conhecimento, pode favorecer o aprendizado do aluno de forma mais problematizada e integral.

REFERÊNCIAS

AGOSTINI, W. V.; DELIZOICOV, N. C. **A experimentação didática no ensino fundamental: Impasses e desafios**, 2009. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/1225.pdf> Acesso em: setembro 2017.

ANDRÉ, M. E. D. A. de. **Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional**. 3 ed. Brasília: Líber Licro Editora, 2008.

ALFONSO-GOLDFARB, A. M. **Da Alquimia à química**. São Paulo: Landy Livraria Editora, 2001.

ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; FERRAZ, M. H. M. “Experiências” e “experimentos” alquímicos e a experimentação de Hermann Boerhaave. *In*: ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. **O saber fazer e seus muitos saberes: experimentos, experiências e experimentações**. São Paulo: Editora Livraria da Física: EDUC; FAPESP, 2006.

ALICE. **Entrevista I**. [abr. 2016]. Entrevistadora: Anelise Grünfeld de Luca. Joinville, 2016. 1 arquivo .mp3 (60 min.).

ALMEIDA, G. P. de. **Transposição didática: por onde começar?** 2.ed. São Paulo: Cortez, 2011.

ANASTASIOU, L. das G. C.; ALVES, L. P. **Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**. Joinville: Editora Univille, 2015.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: problematizando as atividades em sala de aula. *In*: CARVALHO, A. M. P. de (Org). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

BAGNO, M. **Pesquisa na escola: o que é, como se faz?** 25 ed. São Paulo: Edições Loyola, 2012.

BARBERÁ, O.; VALDÉS, V. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. **Enseñanza de las Ciencias**, v.14, n.3, p.365 -379,1996.

BENACHIO, M. das N. **Como os professores aprendem a ressignificar sua docência?** São Paulo: Paulinas, 2011.

BELTRAN, M. H. R. História da ciência e ensino no laboratório: considerações sobre experimentação, visão de ciência e replicação de experimentos históricos no ensino de química. *In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC*, Águas de Lindóia, SP – 24 a 27 de Novembro de 2015.

BIANCHETTI, L. O desafio de escrever dissertações: como incrementar a quantidade e manter a qualidade com menos tempo e menos recursos? *IN: BIANCHETTI, L. MACHADO, A. M. N. A bússola do escrever: desafios estratégias na orientação e escritas de teses e dissertações*. 2.ed. Florianópolis: Ed. da UFSC; São Paulo: Cortez, 2006.

BONDIA, J. L. Notas sobre a experiência e o saber de experiência. **Rev. Bras. Educ.** [online]. 2002, n.19, pp.20-28.

BOGDAN, R. C., BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução á teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1991.

BONITO, J. **Panoramas atuais acerca do ensino das ciências**. Boa Vista; UFRR. FARES, 2012.

BORGES, R. M. R. **Em debate: cientifidade e educação em ciências**. 2 ed. Rev. Ampl. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Ministério da Educação. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

_____. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília: MEC; SEMTEC, 1999.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

_____. **Lei nº 9.394/96 – 24 de dez. 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 1998.

BUENO, Silveira. **Minidicionário da língua portuguesa**. 2.ed. São Paulo: FTD, 2007

CAAMAÑO, A. Aula de Innovación Educativa. **Revista Aula de Innovación Educativa**, v.9, 1992.

_____. Trabajos prácticos investigativos em química em relación com el modelo atômico-molecular de la materia planificados mediante um diálogo estructurado entre professor y estudiantes. **Educación Química**, v.16, a.1, p.10-19, 2005.

_____. Los trabajos prácticos em ciências. *In*: ALEIXANDRE, Maria Pilar Jiménez (Coord.). **Enseñar Ciencias**. 4.ed. Barcelona: Editorial GRAO, 2010.

_____. Los trabajos prácticos em Física y Química: interpretar e investigar. *IN*: CAAMAÑO, A. (coord.) *Didáctica de la Física y la Química*. Barcelona: Editorial GRAO, 2011.

CAPECCHI, M.C.V.de M. Problematização no ensino de Ciências. *IN*: CARVALHO, A.M.P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CACHAPUZ, A. *et al.* (Orgs.). **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CAMPOS, M. C. da C.; NIGRO, R. G. **Didática de ciências**: o ensino – aprendizagem como investigação. São Paulo: FTD, 1999.

CANDAU, V. M. (Org.). **Reinventar a escola**. 8.ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

CANTO, E. L.; PERUZZO, F. M. **Química na abordagem do cotidiano**. São Paulo: Editora Moderna, 1993.

CARRASCOSA, H. J. Experimentos de Laboratório: um enfoque sistêmico y problematizador. **Revista de Ensino de Física**, v. 13, p.86–96, 1991.

CARVALHO, A. M. P. de. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *In*: CARVALHO, A. M. P. de. (org). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. de.; VANNUCCHI, A. I.; BARROS, M. A.; GONÇALVES, M. E. R.; REY, R. C. de. **Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.

CHASSOT, A. Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação. Ijuí: Editora UNIJUÌ, 2000.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência, afinal?** Tradução de: Paul Fiker. São Paulo: Brasiliense, 1993.

CHAUÍ, M. A Química ou a morte sem redenção da alquimia *In*: ALFONSO-GOLDFARB, A. M. **Da Alquimia à química**. São Paulo: Landy Livraria Editora, 2001.

COSTA, A. M. A. da. A procura e descoberta da desordem no Universo. *In*: GOLDFARB, A. M. A.; BELTRAN, M. H. R. **O saber fazer e seus muitos saberes: experimentos, experiências e experimentações**. São Paulo: Editora Livraria da Física: EDUC: Fapesp, 2006, p.257.

CRESWELL, J. W., CLARK, V. L. P. **Pesquisa de métodos mistos**. 2.ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

CUNHA, M. T. S. **Armadilhas da sedução: os romances de M. Dely**. Belo Horizonte: Autêntica, 1999.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação para uma sociedade em transição**. Campinas, SP: Papyrus, 1999.

DEMO, P. **Metodologia Científica em Ciências Sociais**. São Paulo: Atlas, 1995.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. 2ª edição. Campinas: Editora Autores Associados, 1998.

DICIONÁRIO AURÉLIO. **Significado de experimentação**. 2016. Disponível em: <<https://dicionariodoaurelio.com/experimentacao>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

DRIVER, Rosalind *et al.* Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química nova na escola**, n.9, p. 31 - 40, 1999.

ECO. H. **Como se faz uma tese**. Coleção Estudos. Editora Perspectiva, 1977.

ELLIOT, L. G. (Org). **Instrumentos de avaliação e pesquisa**: caminhos para construção e validação. Rio de Janeiro: WAK Editora, 2012.

ESPERIDIÃO, Y. M.; LIMA, N. de C. S. A. de. **Química**: dos experimentos às teorias. Vol. 1. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1977.

ESPINOZA, A. M. **Ciências na escola**: novas perspectivas para a formação dos alunos. 1 ed. São Paulo: Ática, 2010.

ETGES, N.J.; Produção do conhecimento e interdisciplinaridade. **Educação e Realidade**, v.18, n.2, p. 73-82, jul/dez, 1993. Porto Alegre.

FABIANA. **Entrevista II**. [abr. 2016]. Entrevistadora: Aelise Grünfeld de Luca. Joinville, 2016. 1 arquivo .mp3 (60 min.).

FAZENDA, Ivani (Coord.) **Práticas Interdisciplinares na escola**. 12.ed. São Paulo: Cortez, 2011.

FELTRE, R.; YOSHINAGA, S. **Química Geral**: teoria e exercícios. São Paulo: ED, Moderna, 1974.

FERNANDES, Luciane A.; GOMES, José Mário M. Relatórios de pesquisa nas ciências sociais: características e modalidades de investigação. **ConTexto**, v.3, n. 4, 2003.

FERRARA, F. D' Aléssio. Apresentação à edição brasileira. IN: ECO. H. **Como se faz uma tese**. Coleção Estudos. Editora Perspectiva, 1977.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C.de. Ensino Experimental de Química: Uma abordagem Investigativa Contextualizada. **Química Nova na Escola**, n.2, v.32, p. 101-106,2010.

FOLLARI, R. A. Algumas considerações práticas sobre interdisciplinaridade. *In*: JANTSCH, A. P. BIANCHETTI, L. (orgs). **Interdisciplinaridade**: para além da filosofia do sujeito. 9 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

FRACALANZA, H.; AMARAL, I. A. do; GOUVEIA, M. S. F. **O ensino de Ciências no primeiro grau**. São Paulo: Atual, 1986.

FREITAS. M. E. de, Viver a tese é preciso! *IN*: BIANCHETTI, L. MACHADO, A. M. N. **A bússola do escrever**: desafios estratégias na orientação e escritas de teses e dissertações. 2.ed. Florianópolis: Ed. da UFSC; São Paulo: Cortez, 2006.

FURLANETTO, E. C. Interdisciplinaridade: uma epistemologia de fronteiras. *In*: ROSITO–BERKENBROCK, M. M. (Org). **Interdisciplinaridade e transdisciplinaridade**: políticas e práticas de formação de professores. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2014.

GADOTTI, M. **História das ideias pedagógicas**. 8.ed. São Paulo: Ática, 1999.

GALIAZZI , M.C. *et al.* Objetivos das atividades experimentais no Ensino de Médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências. **Ciência e Educação**, v.7, n.2, p. 249-263, 2001.

GALIAZZI , M. do C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na Licenciatura em Química. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

_____. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2011.

GIL-PÉREZ, D; CASTRO, P. V. La orientacion de las Prácticas de Laboratorio com Investigacion: Um Ejemplo Ilustrativo. **Enseñanza de Las Ciências**, v.14, n.2, p. 155-163, 1996.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n.10, p. 43-49, 1999.

GONÇALVES, F. P. e GALIAZZI, M.C. A natureza das atividades experimentais no ensino de ciências: um programa de pesquisa educativa nos cursos de Licenciatura. *In*: MORAES, R.; MANCUSO, R. (Orgs.) **Educação em ciências**: produção de currículos e formação de professores. Ijuí: UNIJUÍ, p. 237-252, 2004.

GONÇALVES, F. P. **O texto de Experimentação na Educação em Química**: Discursos Pedagógicos e Epistemológicos. Florianópolis, 2005. 168f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) Universidade Federal de Santa Catarina.

GONÇALVES, H. J. L., PIRES, C. M. C., PERALTA, D. A. Epistemologia, Interdisciplinaridade e Ensino de Matemática. *In*: GOIS, J. (org.). **Epistemologias e processos formativos em ciências e matemática**. Jundáí: Paco Editorial, 2015.

GONÇALVES, N. T. L. P, COMARÚ, M. W. Experimentação no ensino de química. *In*: KAUARK, F. da S., COMARÚ, M.W. (orgs). **Ensinando a ensinar ciências**: reflexões para docentes em formação. Vitória, ES: Edifes, 2017.

GONÇALVES, S. M.; MOSQUERA, M. S.; SEGURA, A. F. **La resolución de problemas em Ciencias Naturales**. Buenos Aires: SB, 2007

GOULEMOT, J. M. Da leitura como produção de sentido. *In*: CHARTIER, R. **Práticas de leitura**. São Paulo: Estação Liberdade, 1996.

GRAY, D. E. **Pesquisa no mundo real**. 2.ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

HARTMANN, A. M., ZIMMERMANN, E. O trabalho interdisciplinar no Ensino Médio: a reaproximação das “duas culturas”. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 2, p. 191-214, 2007.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de Las Ciencias**, v.12, n.3, p.299-313, 1994.

_____. Uma visão crítica em relação ao trabalho prático nas aulas de ciências. *In*: **School Science Review**, v. 71, n. 256, 1989.

_____. Experimentos na ciência e no ensino de ciências. Tradução de: Paulo Porto. **Educational Philosophy and Theory**, v.20, n.2, p.53-66. 1988.

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N.; ESPINET, M. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. **Enseñanza de Las Ciencias**, v.17, n.1, p.45-59, 1999.

KASSEBOEHMER, A. C.; HARTWIG, D. R.; FERREIRA, L. H. **Contém Química 2: pensar, fazer e aprender pelo método investigativo**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2015.

KATO, D. S.; KAWASAKI, C. S. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 35-50, 2011.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v.14, n.1, jan./mar. 2000.

LA COTARDIÈRE, P. de. **História das Ciências: da antiguidade aos nossos dias**. Lisboa: Edições Texto & Grafia, 2004.

LABURÚ, C.E.; MAMPRIN, M. I. de L. L.; SALVADEGO, W. N. C. **Professor das ciências naturais e a prática de atividades experimentais no ensino médio: uma análise segundo Charlot**. Londrina: Eduel, 2011.

LAHERA, J.; FORTEZA, A. **Ciências Físicas nos ensinos fundamental e médio: modelos e exemplos**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

LEITÃO, S. Argumentação e Desenvolvimento do Pensamento Reflexivo. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, 20(3), p.454-462, 2007.

_____. Processos de construção do conhecimento: a argumentação em foco. **Pro-Posições**, v. 18, n. 3 (54) - set/dez, 2007.

LISBÔA, J. C. F. QNESC e a Seção Experimentação no Ensino de Química. **Química Nova Escola**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 198-202, 2015.

LOPES, A. C. **Políticas de Integração Curricular**. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2008.

LUCA, A. G. de; SANTOS, S. A. dos. **Dialogando Ciências entre sabores, odores e aromas**: contextualizando os alimentos química e biologicamente. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2010.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

LUFTI, M. **Cotidiano e Educação em química**: os aditivos em alimentos como proposta para o ensino de química no 2º grau. Ijuí: Unijuí, 1988.

_____. **Ferrados e cromados**: produção social e apropriação privada do conhecimento químico. Ijuí: Unijuí, 1992.

LUNA, S. V. de. **Planejamento de pesquisa**: uma introdução. 2.ed. São Paulo: EDUC, 2009.

LUZ JUNIOR, G. E. da *et al.* Química Geral Experimental: Uma Nova Abordagem Didática. **Revista Química Nova**, v.27, n.1, p.164-168, 2004.

MACHADO, A. H., MÓL, G. de S., ZANON, L. B. O Livro Didático como Possibilidade de Mediação de Inovações na Sala de Aula. MÓL, G. de S. (org.) **Ensino de química**: visões e reflexões. Ijuí: ED. Unijuí, 2012.

MALDANER, O. A. **Química 1**: construção de conceitos fundamentais. Ijuí: Ed. Unijuí, 1992.

_____. **A formação inicial e continuada de professores de química professor/pesquisador**. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2000.

_____. Formação de Professores para um contexto de referência conhecido. IN: NERY, B. K.; MALDANER, O. A. **Formação de professores: compreensões em novos programas e ações**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2014.

MARQUES, M. O. **Escrever é preciso**: o princípio da pesquisa. 5. ed. rev. - Ijuí: Ed. Unijuí, 2006.

MEIRINHOS, M. OSÓRIO, A. **O estudo de caso como estratégia de investigação em educação**. Revista de Educação EDUSER, V 2(2), 2010.

MILLÁN, G. H. Enseñanza experimental: Cómo y para qué? **Educación Química**, v.23, n.1, p. 92-95, 2012.

MÓL, G. de S. (org.) **Ensino de química: visões e reflexões**. Ijuí: ED. Unijuí, 2012.

MORAES, R. Aprender Ciências: reconstruindo e ampliando saberes. *In: GALIAZZI , M.et al. (Org.). **Construção curricular em rede na educação em ciências: uma aposta de pesquisa na sala de aula***. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2007.

MORAES, R.; GALIAZZI , M. do. **Análise Textual Discursiva**. 2.ed. rev. Ijuí: ED. UNIJUÍ, 2011.

MORAES, R.; RAMOS, M. V. G.; GALIAZZI , M. do C. Aprender Química: promovendo excursões em discursos da Química. *In: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A.(Orgs) **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação básica no Brasil***, Ijuí: Ed.Unijuí, 2007.

MORIN, E. **Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro**. 2. ed. São Paulo: Cortez: Brasília-DF: UNESCO, 2000.

_____. **O método**. Porto Alegre: Sulina, 1999.

NASCIMENTO, C. A. R. do. Rogério Bacon e a ciência experimental. *In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M., BELTRAN, M. H. R. **O saber fazer e seus muitos saberes: experimentos, experiências e experimentações***. São Paulo: Editora Livraria da Física: EDUC; FAPESP, 2006.

PANDINI, C. M. C. Ler é antes de tudo compreender... uma síntese de percepção e criação. Revista **Linhas** disponível em <http://www.periodicos.udesc.br/index.php/linhas/article/viewFile/1242/1054>, acesso 18/07/2017 às 13:49.

PALOSCHI, R. ZENI, M. RIVEROS, R. Cromatografia em Giz no Ensino de Química: didática e economia. **Química Nova na Escola**. São Paulo, n.7 p. 35-36, 1998.

PORTO, P. A. O olhar do Químico Céptico sobre os experimentos de Van Helmont. *In: GOLDFARB, A. M. A.; BELTRAN, M. H. R. **O saber fazer e seus muitos***

saberes: experimentos, experiências e experimentações. São Paulo: Editora Livraria da Física: EDUC: Fapesp, 2006.

POZO, J. I. (Org.). **A solução de problemas:** aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Art Med, 1998.

PRIVEN, S. I. W. de. A experimentação de medicamentos no século XVIII. *In:* ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. **O saber fazer e seus muitos saberes:** experimentos, experiências e experimentações. São Paulo: Editora Livraria da Física: EDUC; FAPESP, 2006.

REGINA. **Entrevista III.** [abr. 2016]. Entrevistadora: Aelise Grünfeld de Luca. Joinville, 2016. 1 arquivo .mp3 (60 min.).

ROSA, M. I. P.; QUINTINO, T. C. de A.; ROSA, D. dos S. Possibilidades de Investigação-Ação em Programa de Formação Continuada de Professores de Química. **Química Nova na Escola**, n. 14, p. 36-39, 2001.

ROHRING, S. A. G; CAMARGO, S. Estudando o movimento CTS no contexto curricular da disciplina de Física no Estado do Paraná. www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1245-1.pdf acesso 17/02/2017

ROSITO, B. A. O ensino de ciências e a experimentação. *In:* MORAES, R. **Construtivismo e ensino de ciências:** reflexões epistemológicas e metodológicas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.

SALVADEGO, W. N. C., LABURÚ, C. E. Uma Análise das Relações do Saber Profissional do Professor do Ensino Médio com a Atividade Experimental no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n. 3, p. 216-223, 2009.

SANTOMÉ, J. T. **Globalização e interdisciplinaridade:** o currículo integrado. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1998.

SANTOS, S. A. dos. **Análise das atividades práticas presentes nos livros didáticos de biologia avaliados pelo PNLEM de 2007 a 2012.** Porto Alegre, 2015. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SANTOS, W. L. P. dos. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: ed. UNIJUÍ, 1997.

SASSERON, L. H., MACHADO, V. F., **Alfabetização Científica na Prática: Inovando a forma de Ensinar Física**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2017.

SÃO PAULO (Estado). **Proposta Curricular para o ensino de Química: 2^o grau**. Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. 2.ed. São Paulo: SE/CENP. 1988.

SAVIANI, D. **Escola e democracia: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre a educação política**. 41.ed. revista. Campinas, SP: Autores Associados, 2009.

_____. **Histórias das ideias pedagógicas no Brasil**. 4.ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2013.

SCHNETZLER, R. P. Novas e velhas constatações sobre a formação de professores de química/ciências. IN: NERY, B. K.; MALDANER, O. A. **Formação de professores: compreensões em novos programas e ações**. Ijuí: ED. Unijuí, 2014.

_____. Trilhas e Projeções da Pesquisa em Ensino de Química no Brasil. IN: MÓL, G. de S. (org.) **Ensino de química: visões e reflexões**. Ijuí: ED. Unijuí, 2012.

SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. Importância, Sentido e Contribuições de Pesquisa para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n.1, p. 27-31, mai. 1995.

SHIMAMOTO, D. F. **Para nós, professores e professoras de Ciências**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2008.

SCHWARCZ, J. Uma maçã por dia: **Mitos e verdades sobre os alimentos que comemos**. São Paulo: Jorge Zahar, 2008.

SEDANO, L. Ciências e leitura: um encontro possível. IN: CARVALHO, A.M.P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

SILVA, S.F.; NÚÑEZ, I. B. O Ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes – reflexões teórico-metodológicas. **Química Nova**, v. 25, n.6B, p.1197-1203, 2002.

SICCA, N. A. L. Razões históricas para uma nova concepção de laboratório no ensino de química. **Paidéia**, FFCLRP-USP, fev./ago., p. 115- 129, 1996.

SILVA, C. C.; MARTINS, R. de A. O papel do experimento na óptica de Newton. *In*: ALFONSO-GOLDFARB, A. M., BELTRAN, M. H. R. **O saber fazer e seus muitos saberes: experimentos, experiências e experimentações**. São Paulo: Editora Livraria da Física: EDUC; FAPESP, 2006.

SILVA, D. da, LOPES, E. L.; JUNIOR, S. S. B. Pesquisa Quantitativa: elementos, paradigmas e definições. **Revista de Gestão e Secretariado - GeSec**, São Paulo, v. 5, n. 1, p 01-18, jan./abr. 2014

SILVA, D., SIMON, F. O. Abordagem quantitativa de análise de dados de pesquisa: construção e validação de escala de atitude. **Cadernos do CERU**, v.2, n.16, p. 11-27, 2005.

SILVA, E. L. da; MARCONDES, M. E. R. Visões de contextualização de professores de química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. **Rev. Ensaio**, v.12,n.01, p.101-118, jan./abr., 2010.

SILVA, R. R. da; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. *In*: SANTOS, L. P. dos; MALDANER, O. A. (Orgs) **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2010.

SILVA, R. T. *et al.* Contextualização e experimentação uma análise dos artigos publicados na seção “Experimentação no ensino de Química “da Revista Química Nova 2000 – 2008. **Ensaio – Pesq. Educ. Ciênc.**,v.11, n.2, 2009.

STUART, R. de C. A Experimentação no Ensino de Química: Conhecimentos e caminhos. *In*: SANTANA, E. M. de (Org). **Tópicos em Ensino de Química**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2014.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 13ª ed. Petrópolis: Vozes, 2012.

THIESEN, J. da S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, v. 13 n. 39, p.545-598.set. /dez. 2008.

TRIVELATO, S. F.; SILVA, R. L. F. **Ensino de Ciências**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

VAZ, W. F.; SOARES, M. H. F. B. O ensino de química para adolescentes em conflito com a lei: possibilidades e desafios jogando no contexto escolar. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. V. 8 n 3, set/dez, 2008.

VENTURA, M.M. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. **Revista SOCERJ**. V. 20 n 5, p. 383-386. set/out. 2007.

VIAN, V. **Ensino Médio Politécnico: relação entre pesquisa e pesquisador**. Lajeado, 2014, 151f. Dissertação (Mestrado em Ensino), Centro Universitário UNIVANTES.

WARD, H.; RODEN, J.; HEWLETT, C.; FOREMAN, J. **Ensino de Ciências**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L. da; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n. 2, p. 84-91, 2013.

WEIS, C. H. **Química: uma ciência experimental**. 3.ed. São Paulo: Edart Livraria Editora. 1973.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZANON, L. B. Tendências Curriculares no Ensino de Ciências/Química: um olhar para a contextualização e a interdisciplinaridade como princípios de formação escolar. *In*: ROSA, M. I. P.; ROSSI, A. V. **Educação química no Brasil: memórias, políticas e tendências**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2008.

ZATERKA, L. Corpuscularismo e experiência Francis Bacon e Robert Boyle. *In*: ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. **O saber fazer e seus muitos saberes**: experimentos, experiências e experimentações. São Paulo: Editora Livraria da Física: EDUC: Fapesp, 2006.

ZUCOLOTTO, A. M. *et al.* Do nome das coisas á disciplina dos termos: O que sabemos? **Integração**, a.10, n. 39, p. 321 – 332, 2004.

APÊNDICE

PRODUÇÃO CIENTÍFICA NA PESQUISA

APRESENTAÇÃO DE TRABALHOS:

Título: O estudo das reações químicas por meio da experimentação investigativa. SEPE - Semana da Pesquisa, Ensino e Extensão, 15 a 22 de setembro de 2017, IFC – Araquari.

Título: A vitamina C: uma abordagem experimental no ensino de Química para o 9º ano. SEPE - Semana da Pesquisa, Ensino e Extensão, 15 a 22 de setembro de 2017, IFC – Araquari.

Título: A história da Ciência e Ensino: contribuições para a formação inicial de professores. SEPE - Semana da Pesquisa, Ensino e Extensão, 15 a 22 de setembro de 2017, IFC – Araquari.

Título: O ensino de Ciências numa perspectiva sustentável e inclusiva. SEPE - Semana da Pesquisa, Ensino e Extensão, 15 a 22 de setembro de 2017, IFC – Araquari.

Título: A construção do conceito de lipídeo por meio da experimentação. EnECI – Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 15 e 17 de maio de 2017, USP – São Paulo SP.

Título: Experimentação investigativa sobre a respiração anaeróbica: uma abordagem para o ensino de química e biologia. EnECI – Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 15 e 17 de maio de 2017, USP – São Paulo SP.

Título: Proposições de professores acerca da problematização de temas científicos por meio de livros paradidáticos e/ou de divulgação científica. XI ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 3 a 6 de julho de 2017, UFSC – Florianópolis SC.

Título: Episódio histórico de Louis Pasteur: uma proposta para o Ensino de Química, Física e Biologia, VI Jornada da História da Ciência e Ensino, Universidade Federal de Juiz de Fora, MG, 28, 29 e 30 de setembro de 2017.

Título: Análise da abordagem da Teoria do Flogisto nos Livros Didáticos. VI Jornada da História da Ciência e Ensino, Universidade Federal de Juiz de Fora, MG, 28, 29 e 30 de setembro de 2017.

Título: Canela Sassafrás protagonizou o Pioneirismo Científico na Região do Alto Vale do Itajaí – SC, VI Jornada da História da Ciência e Ensino, Universidade Federal de Juiz de Fora, MG, 28, 29 e 30 de setembro de 2017.

Título: A escrita e a leitura promovidas pela experimentação contextualizada e interdisciplinar na construção de conceitos científicos. IV CIECITEC – Santo Angelo, RS, 09 a 11 de outubro de 2017.

Título: Interdisciplinaridade no ensino de ciências: possibilidades e desafios para a formação de professores. VI Encontro Nacional de Ensino de Biologia/VIII Encontro Regional de Ensino de Biologia-Sul, realizados na UEM em Maringá, Paraná, entre 03 e 06 de outubro de 2016.

Título: Tabela Periódica: elemento mediador para ensinar química. XVIII ENEQ – Encontro Nacional do Ensino de Química, 25 a 28 de julho de 2016, UFSC – Florianópolis.

Título: A produção de recursos didáticos para alunos surdos: possibilidades interdisciplinares no curso de Licenciatura em Química – Campus Araquari. XVIII ENEQ – Encontro Nacional do Ensino de Química, 25 a 28 de julho de 2016, UFSC – Florianópolis.

Título: A aplicação da experimentação contextualizada e interdisciplinar com estudantes do Ensino Médio: percepções e considerações. XVIII ENEQ – Encontro Nacional do Ensino de Química, 25 a 28 de julho de 2016, UFSC – Florianópolis.

Título: A utilização de livros para didáticos em sala de aula: percepções e considerações. VI Congresso Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão, maio de 2016, UNIDAVI, Rio do Sul SC.

Título: Grupo de pesquisa em história da ciência e ensino: contribuições para a formação inicial de professores de química. II Colóquio Luso- Brasileiro de Educação - COLBEDUCA, 5 e 6 de setembro de 2016, Centro de Ciências Tecnológicas/ UDESC e da Educação/ UDESC, e Instituto de Educação/ Universidade de Minho.

Título: A experimentação contextualizada e interdisciplinar como promotora da escrita e da leitura na construção de conceitos científicos. II Colóquio Luso- Brasileiro de Educação - COLBEDUCA, 5 e 6 de setembro de 2016, Centro de Ciências Tecnológicas/ UDESC e da Educação/ UDESC, e Instituto de Educação/ Universidade de Minho.

Título: A experimentação contextualizada e interdisciplinar: considerações sobre sua aplicação no Ensino Médio. III Congreso Latinoamericano de Investigación em Didáctica de las Ciencias. 6 al 8 de julio de 2016, Montevideo Uruguay.

Título: A leitura e a escrita a partir de livros para didáticos em sala de aula: considerações e percepções. 36º EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, 14 e 15 de outubro de 2016, Pelotas/RS.

Título: A abordagem da Teoria do Flogisto no livro didático: percepções de licenciandos. 36º EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, 14 e 15 de outubro de 2016, Pelotas/RS.

Título: A experimentação contextualizada e interdisciplinar: considerações sobre sua aplicação. X ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindoia SP, 24 a 27 de novembro de 2015.

Título: o ensino da termoquímica na leitura d embalagens/rótulos: uma perspectiva CTS. VI SELIC – Semana das Licenciaturas – 09 a 11 de outubro de 2015, IFC – Araquari.

Título: Jogo didático no ensino de química: uma proposta para o estágio supervisionado III. VI SELIC – Semana das Licenciaturas – 09 a 11 de outubro de 2015, IFC – Araquari.

Título: A interface entre os sabores populares na produção do bolo caseiro com os saberes escolares. . VI SELIC – Semana das Licenciaturas – 09 a 11 de outubro de 2015, IFC – Araquari.

Título: O ensino de Ciências numa perspectiva sustentável e inclusiva. . VI SELIC – Semana das Licenciaturas – 09 a 11 de outubro de 2015, IFC – Araquari.

Título: Análise da historiografia do modelo atômico de Rutherford nos livros didáticos. . VI SELIC – Semana das Licenciaturas – 09 a 11 de outubro de 2015, IFC – Araquari.

Título: A química por trás dos alimentos que ingerimos. . VI SELIC – Semana das Licenciaturas – 09 a 11 de outubro de 2015, IFC – Araquari.

Título: Utilização de jogos didáticos como instrumento de mediação no processo de ensino e aprendizagem nas aulas de química. . VI SELIC – Semana das Licenciaturas – 09 a 11 de outubro de 2015, IFC – Araquari.

Título: Ensinando química através de paródias: interação da arte com a ciência. . VI SELIC – Semana das Licenciaturas – 09 a 11 de outubro de 2015, IFC – Araquari.

Título: Problematizando o narguilé – uma estratégia de conscientização no ensino de química. VI SELIC – Semana das Licenciaturas – 09 a 11 de outubro de 2015, IFC – Araquari.

Título: O atendimento educacional especializado e a formação docente: primeiros passos e muitos desafios. IV Seminário das Licenciaturas do IFC e II Seminário Institucional do PIBID: contribuições do PIBID e do Prodocência na formação de professores, 19 e 20 de novembro de 2015, IFC – Campus Rio do Sul SC.

Título: A importância da pesquisa na formação do professor: tencionando limites. IV Seminário das Licenciaturas do IFC e II Seminário Institucional do PIBID: contribuições do PIBID e do Prodocência na formação de professores, 19 e 20 de novembro de 2015, IFC – Campus Rio do Sul SC.

Título: A produção de recursos didáticos para alunos surdos: possibilidades interdisciplinares no curso de Licenciatura em Química – Campus Araquari. IV

Seminário das Licenciaturas do IFC e II Seminário Institucional do PIBID: contribuições do PIBID e do Porodocência na formação de professores, 19 e 20 de novembro de 2015, IFC – Campus Rio do Sul SC.

Título: Ações interdisciplinares no Curso de Licenciatura em Química: integrando áreas e conhecimentos. IV Seminário das Licenciaturas do IFC e II Seminário Institucional do PIBID: contribuições do PIBID e do Porodocência na formação de professores, 19 e 20 de novembro de 2015, IFC – Campus Rio do Sul SC.

Título: Análise da introdução da química nos livros didáticos do ensino médio: percepções de licenciandas. 35º EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química – 17 de outubro de 2015, Porto Alegre – RS.

Título: Elaboração de uma cartilha: o ensino de ciências numa perspectiva sustentável e inclusiva. 35º EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química – 17 de outubro de 2015, Porto Alegre – RS.

Título: Calorias em embalagens/rótulos: uma sequência didática na perspectiva CTS. 35º EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química – 17 de outubro de 2015, Porto Alegre – RS.

Título: A formação de grupos de estudos no ensino técnico integrado: olhares e percepções de licenciandas. 35º EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química – 17 de outubro de 2015, Porto Alegre – RS.

Título: A fabricação do pão caseiro: relacionado os saberes populares com o ensino de Química, 35º EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química – 17 de outubro de 2015, Porto Alegre – RS.

Título: “Tabela Periódica: “aproximação” entre ensino e história da ciência”. V Jornada de História da Ciência e Ensino: propostas, tendências e construção de interfaces – 30, 31 de julho e 01 de agosto de 2015, Campus Marquês de Paranaguá da PUC – São Paulo.

Título: Utilizando a concepção do modelo histórico de Van't Hoff na construção de estruturas moleculares. ” V Jornada de História da Ciência e Ensino: propostas,

tendências e construção de interfaces – 30, 31 de julho e 01 de agosto de 2015, Campus Marquês de Paranaguá da PUC – São Paulo.

Título: Construção de representações espaciais para estruturas moleculares em três materiais. IV Congresso Paranaense de Educação em Química, 27 de agosto de 2015 – UFPR.

Título: As leituras de embalagens/rótulos relações estabelecidas entre consumidor e cidadão. IV Congresso Paranaense de Educação em Química, 28 de agosto de 2015 – UFPR.

Título: Maresia: uma abordagem pedagógica em um projeto integrador. 34º EDEQ – Encontro de debates sobre o Ensino de Química – 02 a 03 de outubro de 2014 – UNISC – Santa Cruz do Sul- RS

Título: Respiração anaeróbica: uma abordagem experimental para o ensino de química e de biologia. 34º EDEQ – Encontro de debates sobre o Ensino de Química – 02 a 03 de outubro de 2014 – UNISC – Santa Cruz do Sul- RS

Título: A experimentação contextualizada e interdisciplinar como ferramenta na construção do conceito de lipídio. XVII Encontro Nacional de Ensino de Química – ENEQ – 19 a 22 de agosto de 2014, UFOP – Ouro Preto – MG.

Título: A linguagem escrita de reações químicas: percepções dos licenciandos em química. XVII Encontro Nacional de Ensino de Química – ENEQ – 19 a 22 de agosto de 2014, UFOP – Ouro Preto – MG.

Título: A interação dos saberes populares com os saberes científicos na construção do conceito de fermentação alcoólica. XVII Encontro Nacional de Ensino de Química – ENEQ – 19 a 22 de agosto de 2014, UFOP – Ouro Preto – MG.

Título: O uso de simulações computacionais como ferramenta para o ensino da eletroquímica. XVII Encontro Nacional de Ensino de Química – ENEQ – 19 a 22 de agosto de 2014, UFOP – Ouro Preto – MG.

Título: Educação de surdos na rede de ensino de Araquari e região mapeamento e análise do processo de inclusão. III Fórum Distrital educação Profissional e

Tecnológica Inclusiva. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília, 28 de agosto de 2014 – Brasília – DF.

Título: A interdisciplinaridade no ensino de Biologia e Química, num blog como recurso didático. III Seminário Internacional de Educação em Ciências, 22 a 24 de outubro de 2014, Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Rio Grande – RS.

Título: Tabela Periódica: Conceito e Instrumento histórico interdisciplinar. 2º Congresso Internacional de Educação em Ciências, 15 anos de Journal of Science Education, 27 – 30 de agosto de 2014, UNILA – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu – RS.

Título: Leitura de embalagem/rótulo: uma questão de cidadania. 2º Congresso Internacional de Educação em Ciências, 15 anos de Journal of Science Education, 27 – 30 de agosto de 2014, UNILA – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu – RS.

Título: O processo de oxirredução na maresia: um estudo no projeto integrador. VII Mostra Nacional de Indicação Científica e Tecnológica Interdisciplinar – 12 13 de novembro de 2014 – IFC – Araquari.

MINICURSO OU OFICINA MINISTRADA EM EVENTOS:

Título: Estratégias Didáticas Interdisciplinares: a leitura e a escrita a partir de livros para didáticos e/ou de divulgação científica em sala de aula. VI ENEBIO/VIII EREBIO região 3, 06/10/2016, UEM, Maringá PR.

Título: A química e a biologia lidas e escritas a partir de livros para didáticos e/ou de divulgação científica. IV Encontro” Encontro de saberes Docentes – A pesquisa e a formação de professores”. IFC – Campus Araquari, 27 e 28 de julho de 2015.

Título: Selecionando alimentos: das hortas e prateleiras às nossas mesas. A construção de Saberes Docentes – as interfaces da Prática Pedagógica nas Diversas Áreas do Conhecimento. IFC – Araquari, 21, 22 e 23 de julho de 2014.

Título: Dialogando Ciência entre sabores, odores e aromas: contextualizando os alimentos química e biologicamente. A construção de Saberes Docentes – as interfaces da Prática Pedagógica nas Diversas Áreas do Conhecimento. IFC – Araquari, 21, 22 e 23 de julho de 2014.

Título: Alimentos Naturais ou Industrializados: uma questão de escolha. V ENEBIO/II EREBIO regional I, USP. São Paulo, 08 a 11 de setembro de 2014.

Título: Práticas interdisciplinares na promoção da leitura e da escrita a partir de livros para didáticos: diálogos entre a química e a biologia em sala de aula. 36º EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, 14 e 15 de outubro de 2016, Pelotas/RS.

PUBLICAÇÕES EM ANAIS DE EVENTOS CIENTÍFICOS

Título: A experimentação contextualizada e interdisciplinar: considerações sobre sua aplicação no Ensino Médio. III Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias. 6 al 8 de julio de 2016, Montevideo Uruguay.

Título: A experimentação contextualizada e interdisciplinar como promotora da escrita e da leitura na construção de conceitos científicos. II Colóquio Luso-Brasileiro de Educação - COLBEDUCA, 5 e 6 de setembro de 2016, Centro de Ciências Tecnológicas/ UDESC e da Educação/ UDESC, e Instituto de Educação/ Universidade de Minho.

Título: Tabela Periódica: elemento mediador para ensinar química. XVIII ENEQ – Encontro Nacional do Ensino de Química, 25 a 28 de julho de 2016, UFSC – Florianópolis.

Título: A produção de recursos didáticos para alunos surdos: possibilidades interdisciplinares no curso de Licenciatura em Química – Campus Araquari. XVIII ENEQ – Encontro Nacional do Ensino de Química, 25 a 28 de julho de 2016, UFSC – Florianópolis.

Título: A aplicação da experimentação contextualizada e interdisciplinar com estudantes do Ensino Médio: percepções e considerações. XVIII ENEQ – Encontro Nacional do Ensino de Química, 25 a 28 de julho de 2016, UFSC – Florianópolis.

Título: A experimentação contextualizada e interdisciplinar: considerações sobre sua aplicação. X ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindoia SP, 24 a 27 de novembro de 2015.

Título: A escrita e a leitura promovidas pela experimentação contextualizada e interdisciplinar na construção de conceitos científicos. IV CIECITEC – Santo Angelo, RS, 09 a 11 de outubro de 2017.

Título: Proposições de professores acerca da problematização de temas científicos por meio de livros paradidáticos e/ou de divulgação científica. XI ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 3 a 6 de julho de 2017, UFSC – Florianópolis SC.

Título: Interdisciplinaridade no ensino de ciências: possibilidades e desafios para a formação de professores. VI Encontro Nacional de Ensino de Biologia/VIII Encontro Regional de Ensino de Biologia-Sul, realizados na UEM em Maringá, Paraná, entre 03 e 06 de outubro de 2016.

Título: Construção de representações espaciais para estruturas moleculares em três materiais. IV Congresso Paranaense de Educação em Química, 27 de agosto de 2015 – UFPR.

Título: As leituras de embalagens/rótulos relações estabelecidas entre consumidor e cidadão. IV Congresso Paranaense de Educação em Química, 28 de agosto de 2015 – UFPR.

Título: A experimentação contextualizada e interdisciplinar como ferramenta na construção do conceito de lipídio. XVII Encontro Nacional de Ensino de Química – ENEQ – 19 a 22 de agosto de 2014, UFOP – Ouro Preto – MG.

Título: A linguagem escrita de reações químicas: percepções dos licenciandos em química. XVII Encontro Nacional de Ensino de Química – ENEQ – 19 a 22 de agosto de 2014, UFOP – Ouro Preto – MG.

Título: A interação dos saberes populares com os saberes científicos na construção do conceito de fermentação alcoólica. XVII Encontro Nacional de Ensino de Química – ENEQ – 19 a 22 de agosto de 2014, UFOP – Ouro Preto – MG.

Título: O uso de simulações computacionais como ferramenta para o ensino da eletroquímica. XVII Encontro Nacional de Ensino de Química – ENEQ – 19 a 22 de agosto de 2014, UFOP – Ouro Preto – MG.

RESUMOS

Título: O estudo das reações químicas por meio da experimentação investigativa. SEPE - Semana da Pesquisa, Ensino e Extensão, 15 a 22 de setembro de 2017, IFC – Araquari.

Título: A vitamina C: uma abordagem experimental no ensino de Química para o 9º ano. SEPE - Semana da Pesquisa, Ensino e Extensão, 15 a 22 de setembro de 2017, IFC – Araquari.

Título: A história da Ciência e Ensino: contribuições para a formação inicial de professores. SEPE - Semana da Pesquisa, Ensino e Extensão, 15 a 22 de setembro de 2017, IFC – Araquari.

Título: O ensino de Ciências numa perspectiva sustentável e inclusiva. SEPE - Semana da Pesquisa, Ensino e Extensão, 15 a 22 de setembro de 2017, IFC – Araquari.

Título: A construção do conceito de lipídeo por meio da experimentação. EnECI – Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 15 e 17 de maio de 2017, USP – São Paulo SP.

Título: Experimentação investigativa sobre a respiração anaeróbica: uma abordagem para o ensino de química e biologia. EnECI – Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 15 e 17 de maio de 2017, USP – São Paulo SP.

Título: Episódio histórico de Louis Pasteur: uma proposta para o Ensino de Química, Física e Biologia, VI Jornada da História da Ciência e Ensino, Universidade Federal de Juiz de Fora, MG, 28, 29 e 30 de setembro de 2017.

Título: Análise da abordagem da Teoria do Flogisto nos Livros Didáticos. VI Jornada da História da Ciência e Ensino, Universidade Federal de Juiz de Fora, MG, 28, 29 e 30 de setembro de 2017.

Título: Canela Sassafrás protagonizou o Pioneirismo Científico na Região do Alto Vale do Itajaí – SC, VI Jornada da História da Ciência e Ensino, Universidade Federal de Juiz de Fora, MG, 28, 29 e 30 de setembro de 2017.

Título: A utilização de livros para didáticos em sala de aula: percepções e considerações. VI Congresso Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão, maio de 2016, UNIDAVI, Rio do Sul SC.

Título: Grupo de pesquisa em história da ciência e ensino: contribuições para a formação inicial de professores de química. II Colóquio Luso- Brasileiro de Educação - COLBEDUCA, 5 e 6 de setembro de 2016, Centro de Ciências Tecnológicas/ UDESC e da Educação/ UDESC, e Instituto de Educação/ Universidade de Minho.

RESUMOS EXPANDIDOS

Título: o ensino da termoquímica na leitura d embalagens/rótulos: uma perspectiva CTS. VI SELIC – Semana das Licenciaturas – 09 a 11 de outubro de 2015, IFC – Araquari.

Título: Jogo didático no ensino de química: uma proposta para o estágio supervisionado III. VI SELIC – Semana das Licenciaturas – 09 a 11 de outubro de 2015, IFC – Araquari.

Título: A interface entre os sabores populares na produção do bolo caseiro com os saberes escolares. . VI SELIC – Semana das Licenciaturas – 09 a 11 de outubro de 2015, IFC – Araquari.

Título: O ensino de Ciências numa perspectiva sustentável e inclusiva. . VI SELIC – Semana das Licenciaturas – 09 a 11 de outubro de 2015, IFC – Araquari.

Título: Análise da historiografia do modelo atômico de Rutherford nos livros didáticos. . VI SELIC – Semana das Licenciaturas – 09 a 11 de outubro de 2015, IFC – Araquari.

Título: A química por trás dos alimentos que ingerimos. . VI SELIC – Semana das Licenciaturas – 09 a 11 de outubro de 2015, IFC – Araquari.

Título: Utilização de jogos didáticos como instrumento de mediação no processo de ensino e aprendizagem nas aulas de química. . VI SELIC – Semana das Licenciaturas – 09 a 11 de outubro de 2015, IFC – Araquari.

Título: Ensinando química através de paródias: interação da arte com a ciência. . VI SELIC – Semana das Licenciaturas – 09 a 11 de outubro de 2015, IFC – Araquari.

Título: Problematizando o narguilé – uma estratégia de conscientização no ensino de química. VI SELIC – Semana das Licenciaturas – 09 a 11 de outubro de 2015, IFC – Araquari.

TEXTO COMPLETO

Título: O atendimento educacional especializado e a formação docente: primeiros passos e muitos desafios. IV Seminário das Licenciaturas do IFC e II Seminário Institucional do PIBID: contribuições do PIBID e do Prodocência na formação de professores, 19 e 20 de novembro de 2015, IFC – Campus Rio do Sul SC.

Título: A importância da pesquisa na formação do professor: tencionando limites. IV Seminário das Licenciaturas do IFC e II Seminário Institucional do PIBID: contribuições do PIBID e do Prodocência na formação de professores, 19 e 20 de novembro de 2015, IFC – Campus Rio do Sul SC.

Título: A produção de recursos didáticos para alunos surdos: possibilidades interdisciplinares no curso de Licenciatura em Química – Campus Araquari. IV Seminário das Licenciaturas do IFC e II Seminário Institucional do PIBID:

contribuições do PIBID e do Porodocência na formação de professores, 19 e 20 de novembro de 2015, IFC – Campus Rio do Sul SC.

Título: Ações interdisciplinares no Curso de Licenciatura em Química: integrando áreas e conhecimentos. IV Seminário das Licenciaturas do IFC e II Seminário Institucional do PIBID: contribuições do PIBID e do Porodocência na formação de professores, 19 e 20 de novembro de 2015, IFC – Campus Rio do Sul SC.

Título: Análise da introdução da química nos livros didáticos do ensino médio: percepções de licenciandas. 35º EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química – 17 de outubro de 2015, Porto Alegre – RS.

Título: Elaboração de uma cartilha: o ensino de ciências numa perspectiva sustentável e inclusiva. 35º EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química – 17 de outubro de 2015, Porto Alegre – RS.

Título: Calorias em embalagens/rótulos: uma sequência didática na perspectiva CTS. 35º EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química – 17 de outubro de 2015, Porto Alegre – RS.

Título: A formação de grupos de estudos no ensino técnico integrado: olhares e percepções de licenciandas. 35º EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química – 17 de outubro de 2015, Porto Alegre – RS.

Titulo: A fabricação do pão caseiro: relacionado os saberes populares com o ensino de Química, 35º EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química – 17 de outubro de 2015, Porto Alegre – RS.

PUBLICAÇÕES EM REVISTAS CIENTÍFICAS

Título: Interagindo os saberes populares com os saberes científicos através de um estudo envolvendo a fabricação de pão. Revista Educitec, (co)autora.

Titulo: Interdisciplinaridade no ensino de ciências: possibilidades e desafios para a formação de professores. VI Encontro Nacional de Ensino de Biologia/VIII Encontro

Regional de Ensino de Biologia-Sul, realizados na UEM em Maringá, Paraná, entre 03 e 06 de outubro de 2016.

SANTOS, S. A. dos, LUCA, A. G. de, PIZZATO, M.C., DEL PINO, J. C. Investigando atividades práticas nos livros didáticos de biologia. Revista Destaques Acadêmicos. <http://dx.doi.org/10.22410/issn.2176-3070.v7i3a2015.481>.

LIVROS E CAPÍTULOS DE LIVROS

Livro: LUCA, Anelise Grünfeld de. O ensino de química nas leituras de embalagens/rótulos. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015 – ISBN: 978-85-7861-340-2.

Capítulos de livros:

LUCA, A. G. de, SANTOS, S. A. dos, PIZZATO, M. C., DEL PINO, J. C. Uma abordagem Histórica da tabela Periódica. IN: SANTOS, S. A.dos, RIBEIRO, M. E. M. (orgs). Ensino de Ciências: reflexões e diálogos. Rio do Sul: Editora UNIDAVI, 2015 – ISBN: 978-85- 89234-51-1.

RODRIGUES, A. LUCA, A. G. Uma sequência didática na perspectiva CTS (Ciência – Tecnologia – Sociedade): Calorias em embalagens/rótulos. IN: SANTOS, S. A.dos, RIBEIRO, M. E. M. (orgs). Ensino de Ciências: reflexões e diálogos. Rio do Sul: Editora UNIDAVI, 2015 – ISBN: 978-85- 89234-51-1.

LUCA, A. G., HÖPNER, V.N. Construção de um recurso didático envolvendo a química e a matemática: modelo de representação e molecular. IN: SANTOS, S. A.dos, RIBEIRO, M. E. M. (orgs). Ensino de Ciências: reflexões e diálogos. Rio do Sul: Editora UNIDAVI, 2015 – ISBN: 978-85- 89234-51-1.

LUCA, A. G. de, SANTOS, S. A. dos, PIZZATO, M. C., DEL PINO, J. C. A química e a biologia num projeto interdisciplinar: a história da ciência num blog. IN: SANTOS, S. A.dos, RIBEIRO, M. E. M. (orgs). Ensino de Ciências: reflexões e diálogos. Rio do Sul: Editora UNIDAVI, 2015 – ISBN: 978-85- 89234-51-1.

LUCA, A. G. de, SANTOS, S. A, dos, DEL PINO, J. C. A experimentação contextualizada possibilitando a construção do conceito de lipídeo no Ensino de biologia e química. IN: SANTOS, S. A.dos, RIBEIRO, M. E. M. (orgs). Ensino de Ciências: reflexões e diálogos. Rio do Sul: Editora UNIDAVI, 2015 – ISBN: 978-85-89234-51-1.

LUCA, A. G., MELO, M. M. R. de, DIAS, R. C. E., A (re) estruturação do PPC como instrumento de reflexão na formação de professores. IN: ZOTTI, S. REISDOEFER, D. N. (orgs). Tempos e espaços de formação docente e inovação pedagógica. Blumenau: IFC, 2017 – ISBN: 978-85-5644-005-1.

CLEBSCH, A. B., BOCHECO, O. , LUCA, A. G. de, Formação de professores para o ensino de ciências. IN: ZOTTI, S. REISDOEFER, D. N. (orgs). Tempos e espaços de formação docente e inovação pedagógica. Blumenau: IFC, 2017 – ISBN: 978-85-5644-005-1.

LUCA, A. G. de, AREND, K. DIAS, R. C. E. Estágio Supervisionado no Curso de Licenciatura em Química: reflexões e indagações. IN: ZOTTI, S. REISDOEFER, D. N. (orgs). Tempos e espaços de formação docente e inovação pedagógica. Blumenau: IFC, 2017 – ISBN: 978-85-5644-005-1.

ANEXO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Senhor (a)

Estamos desenvolvendo uma pesquisa cujo título é “UMA ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA PROPOSTA EXPERIMENTAL APRESENTADA NO LIVRO DIALOGANDO CIÊNCIA ENTRE SABORES, ODORES E AROMAS: CONTEXTUALIZANDO OS ALIMENTOS QUÍMICA E BIOLÓGICAMENTE NO CONTEXTO DA ESCOLA.” Este trabalho faz parte de estudos, em minha atividade de pesquisadora em Educação em Ciências e, em nível de doutorado no **Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde- UFRGS** e tem como objetivos: investigar/compreender como a aplicação da proposta experimental evidenciada no referido livro, se dá no processo de ensino e aprendizagem, considerando o aluno como sujeito desse processo; identificar, descrever e relacionar os conceitos químicos envolvidos nos experimentos e os entendimentos apresentados pelos alunos; analisar e compreender de que forma as interações entre a realização dos experimentos e o entendimento dos conceitos científicos envolvidos possibilitam aprendizado numa perspectiva dialógica e problematizadora.

A metodologia utilizada para a realização da pesquisa situa-se como uma modalidade de investigação-ação, pois propõe, desenvolve e investiga uma intervenção/ação em uma escola de educação básica visando à melhoria do ensino e aprendizagem; envolvem gravações dos diálogos, filmagens, entrevistas, resolução de questionários e elaboração de relatórios produzidos no decorrer das aulas em laboratório. Salienta-se que a pesquisa busca a validação da proposta experimental do livro Dialogando Ciência entre sabores, odores e aromas: contextualizando os alimentos química e biologicamente.

Desta forma, garante-se que o anonimato está assegurado e as informações serão tratadas com sigilo absoluto, podendo se ter acesso a elas e realizar qualquer modificação no seu conteúdo, se julgar necessário. O aluno tem liberdade para recusar-se a participar da pesquisa, ou desistir dela a qualquer momento sem que

haja constrangimento, podendo solicitar que suas informações sejam desconsideradas no estudo. Mesmo participando do estudo poderá recusar-se a responder as perguntas ou a quaisquer outros procedimentos que ocasionem constrangimento de qualquer natureza. Está garantido que o aluno não terá nenhum tipo de despesa financeira durante o desenvolvimento da pesquisa, como também, nenhum constrangimento moral dela decorrente.

Eu, Anelise Grünfeld de Luca, bem como meu orientador José Cláudio Del Pino, assumimos toda e qualquer responsabilidade no decorrer da investigação e garantimos que as informações somente serão utilizadas para esta pesquisa, na possibilidade dos resultados serem publicados.

Se houver dúvidas quanto a sua participação poderá pedir esclarecimento no e-mail ou telefone: anelise@csrb.com.br – 96515810.

Eu, _____,
CPF _____, ciente das informações recebidas concordo em participar da pesquisa, autorizando-os a utilizar as informações por ele(a) concedidas e/ou os resultados alcançados.

Assinatura do entrevistado

Assinatura da pesquisadora

Anelise Grünfeld de Luca – CPF 629.675.849 - 91